

Aus der Kinderklinik der Johannes Gutenberg-Universität
in Mainz

Leiter: Prof. Dr. med. Spranger

Sonographische Untersuchungen zum Nierenwachstum bei Kindern mit Vesiko-Uretero-Renalem Reflux

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde des Doktors der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

dem Fachbereich Medizin vorgelegt von
Manfred Oberling
aus Haßloch

Mainz 1979



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Kinderklinik der Johannes-Gutenberg-Universität

in Mainz

Leiter: Prof. Dr. med. Spranger

SONOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN ZUM NIERENWACHSTUM BEI KINDERN

MIT VESIKO-URETERO-RENALEM REFLUX

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Würde des Doktors der Medizin

der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz

dem Fachbereich Medizin vorgelegt von

Manfred Oberling

aus Hassloch

Mainz 1979



Fachbereichsdekan: Prof. Dr. H. Leithoff

1. Gutachter: Prof. Dr. D. Weitzel

2. Gutachter: Prof. Dr. J. Tröger

Tag der mündlichen Prüfung: 24. 10. 1979

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite:
A. <u>E I N L E I T U N G</u>	
1. Zur pathogenetischen Bedeutung des vesico-ureteralen Refluxes	1
2. Anmerkungen zur operativen Therapie des VUR	3
3. Spezielle Fragestellung	4
4. Methodische Zugänge zur Lösung der gestellten Aufgabe	5
 B. <u>P A T I E N T E N U N D M E T H O D E</u>	
1. Patienten	6
1.1 Kinder mit vesiko-ureteralem Reflux	6
1.2 Die Vergleichsgruppen	10
1.2.1 Enuresis	10
1.2.2 Harnwegsinfekt und Pyelonephritis	10
2. Methode	12
2.1 Die morphometrischen Größen der Nierensonographie	12
2.2 Die Bestimmung des Nierenvolumens aus sonographischen Meßgrößen	13
2.3 Normgrößen für Nierenvolumina	13
2.4 Das Nierenvolumen in % $\bar{x}$	14
2.5 Die Einteilung der Nierenvolumina nach Gruppen, die aus Mittelwert u. Standardabweichungen des Normkollektivs gebildet wurden.	15
2.6 Einzelniere und Gesamtnierenvolumen	17

C. ERGEBNISSE

1.	Das Nierenvolumen als differentialdiagnostisches Kriterium	18
1.1	Vergleichsgruppen	18
1.2	Der VUR vor der operativen Behandlung	18
1.3	Statistische Unterschiede zwischen allen Gruppen	21
1.4	Die Nierenvolumina der Vergleichsgruppen innerhalb der verschiedenen Körpergewichtsklassen	22
1.5	Verteilung der Einzelwerte in die Größenklassen	24
2.	Das Symmetrieverhalten der untersuchten Nieren	28
2.1	Definition der Begriffe "Symmetrie" u. "Asymmetrie"	28
2.2	Das Symmetrieverhalten der verschiedenen Patientengruppen	28
3.	Das Nierenvolumen bei Kindern mit VUR nach operativer Beseitigung des Refluxes	30
3.1	Querschnittsverläufe	30
3.1.1	Kranke Niere des einseitigen VUR	30
3.1.2	Gesunde Niere des einseitigen VUR	32
3.1.3	Beidseitiger VUR	34
3.1.4	Querschnittsverlauf innerhalb der Gewichtsklassen bei den Refluxnieren	35
3.1.5	Verteilung der absoluten Nierenvolumina in ml des postop. VUR in die Größenklassen	37

	Seite:
3.2 Längsverläufe	46
3.2.1 Refluxnieren, die praeoperativ und einmal postoperativ untersucht wurden	48
3.2.2 Refluxnieren, die praeoperativ und zweimal postoperativ untersucht wurden	50
3.2.3 Gesunde Gegenseiten von Refluxnieren beim einseitigen VUR	52
4. Varianzanalyse der Querschnittsverläufe	54
4.1 Einseitiger Reflux - betroffene Nieren	54
4.2 Einseitiger Reflux - gesunde Nieren	56
4.3 Vergleich zwischen Refluxnieren und ihren gesunden Gegenseiten beim einseitigen Reflux	56
4.4 Beidseitiger Reflux	58
D. <u>DISKUSSION</u>	59
E. <u>ZUSAMMENFASSUNG</u>	66
F. <u>ANHANG</u>	68
G. <u>LITERATURVERZEICHNIS</u>	71

A. EINLEITUNG

Die Sonographie hat in den letzten Jahren in zunehmendem Maße an Bedeutung in der Medizin gewonnen. Dieser Einfluß hat sich inzwischen weit über die Bereiche der Inneren Medizin hinaus ausgedehnt. Vor allem in der Pädiatrie ist sie aufgrund ihrer ungefährlichen und schmerzlosen Verfahrenstechnik zu einem wichtigen Bestandteil der Diagnostik geworden.

Ziel dieser Untersuchung war die Beantwortung der Frage, ob das aus den dreidimensionalen sonographisch bestimmten Nierendurchmessern berechnete Nierenvolumen schlüssige Aussagen über das Wachstum der Niere erlaubt.

1. Zur pathogenetischen Bedeutung des vesico-ureteralen Refluxes

Der vesico-ureterale Reflux - im folgenden Text als VUR bezeichnet - findet heute besonders in der Kinderurologie immer mehr Beachtung. Dabei steht weniger das eigentliche Refluxgeschehen als eigenständiges Krankheitsbild zur Diskussion, vielmehr interessiert die Frage nach dessen pathogenetischer Bedeutung. So ist seit einiger Zeit die Beziehung von VUR und Pyelonephritis bekannt. HUTCH und CHISHOLM fanden bei Kindern mit bereits bestehenden entzündlichen Nierenveränderungen in 87 % VUR (13). BAKER et al. wiesen einen Reflux in 45 % der Fälle bei Kindern mit therapieresistentem Infekt nach (3).

RELSCHAUER et al. sahen bei 31 % von 177 Kindern mit Harninfekt einen Reflux (23). Die Bedeutung des Refluxes wird durch die Tatsache unterstrichen, daß die Pyelonephritis im Kindesalter heute die häufigste Nierenerkrankung ist (26).

Besonders wichtig ist daher die Früherkennung eines VUR zur Ausschaltung eines wichtigen Kausalfaktors der Pyelonephritis. Nach den Erfahrungen von SCHWOCK, TISCHLER und KLEBINGAT an einem großen Krankengut bei Kindern ist der Reflux zum Zeitpunkt der Diagnosestellung fast ausnahmslos mit einer Harnwegsinfektion kombiniert und der überaus größte Teil aller kindlichen Patienten wird wegen rezidivierender pyelonephritischer Schübe der Diagnostik zugeführt (28). BORMANN et al. fanden bei ihrer Analyse einer größeren Anzahl von Kindern mit VUR, daß bei der Mehrzahl der Kinder der Reflux erst zwischen dem 4. und 11. Lebensjahr korrigiert wurde, obwohl die urologische Symptomatik bereits seit dem Säuglings- bzw. Kleinkindesalter bestand (30).

Aus allen bisher zitierten Literaturstellen wird die enge Verflechtung von Reflux, Harnwegsinfektion und Pyelonephritis deutlich. Die Prognose des Refluxleidens hängt also im wesentlichen von der frühzeitigen Diagnose, der energischen Therapie und der damit verbundenen Verhinderung oder Bekämpfung des Infektes ab.

2. Anmerkungen zur operativen Therapie des VUR

Wegen der ernsten Prognose der "Refluxpyelonephritis" besitzt der rechtzeitige chirurgische Eingriff in der Bekämpfung des VUR einen hohen Stellenwert. Indikation für eine Antirefluxplastik ist nach SCHOTT bei Kindern über 3 Jahren nach Versagen einer medikamentösen Therapie und nach Ausbleiben einer Spontanremission gegeben (26).

Verschiedene Operationstechniken sind in den letzten Jahren beschrieben worden. Alle Antirefluxplastiken beruhen auf dem Prinzip der Wiederherstellung eines den physiologischen Verhältnissen entsprechenden submukösen Tunnels durch Einbettung des distalen Ureters (16).

Bei den in dieser Arbeit erfassten Kindern mit VUR kamen folgende drei Operationstechniken zum Einsatz:

1. Verfahren nach GREGOIR (11)
2. Verfahren nach POLITANO-LEADBETTER (22)
3. Verfahren nach PAQUIN (21)

In der Fachliteratur werden die Ergebnisse der chirurgischen Behandlung des VUR durch Antirefluxmechanismen in den überaus meisten Fällen als gut beschrieben (10). Kriterien eines guten Operationsergebnisses sind dabei vor allem

- die Beseitigung des Refluxes und
- die Beseitigung des Harnwegsinfekts.

Diese Arbeit soll nun keine Untersuchung über Erfolge bzw. Mißerfolge bei verschiedenen Antirefluxoperationen werden; dazu bedürfte es mehrerer, insbesondere spezifischer radiologischer und urologischer Untersuchungstechniken. Hier wird lediglich die Größenentwicklung der Nieren nach operativer Behebung des Refluxes beschrieben und zwar unabhängig von der im Einzelfall angewandten Verfahrenstechnik.

3. Spezielle Fragestellung

Aufgabe dieser Untersuchung sollte sein, die weitere Entwicklung von Refluxnieren nach Operation anhand eines einheitlichen Parameters zu beobachten. Dieser Parameter ist das aus sonographischen Meßgrößen ermittelte Nierenvolumen. Es wurden die Volumina refluxkranker Nieren mit denen gesunder von gleichaltrigen Patienten verglichen. Zur Lösung der gestellten Frage boten sich folgende Möglichkeiten an:

(A) Die postoperative Nierenentwicklung zeigt keinen Unterschied zur praeoperativen Ausgangslage, d.h. eventuelle bereits vor der Operation bestehende Unterschiede der Nierengrößen bleiben in adäquater Weise auch nach Antirefluxplastik bestehen.

(B) Die Nieren zeigen nach Beseitigung des Refluxes eine normale, physiologische Größenentwicklung; volle Reversibilität etwaiger refluxbedingter Einflüsse auf die Nierengröße und kein Unterschied zu gesunden Nieren ("Aufholwachstum").

(C) Die Nierengröße nimmt trotz operativer Behebung des Refluxgeschehens ab. Dies würde bedeuten, daß der chronische Harnwegsinfekt und die daraus resultierende destruiierende Pyelonephritis im Vordergrund stehen und weiterhin eine schädigende Wirkung auf das Nierenparenchym ausüben, wodurch die Unterschiede in der Größenentwicklung von gesunden Nieren und Refluxnieren noch größer werden.

4. Methodische Zugänge zur Lösung der gestellten Aufgabe

Alle dieser Arbeit entstammenden Ergebnisse wurden allein aus sonographischen Untersuchungen an kindlichen Nieren entwickelt. Der im Mittelpunkt stehende Vergleichsparameter "Nierengröße" wurde nur mit Hilfe des sonographisch errechneten Nierenvolumens in cm^3 oder ml (siehe dort) ermittelt. Andere diagnostische Maßnahmen, die eine Beurteilung von Nierengrößen erlauben (Ausscheidungsurogramm) wurden nicht herangezogen.

B. P A T I E N T E N U N D M E T H O D E

1. Patienten

Aus der Kinderklinik der Universität Mainz wurden 311 Befunde von Patienten ausgewählt, deren Nieren zwischen 1974 und 1976 sonographisch untersucht worden waren. Dabei litten die Kinder im einzelnen an folgenden - klinisch gesicherten - Krankheiten:

163 Kinder an VESICO-URETERALEM REFLUX

49 Kinder an ENURESIS DIURNA / NOCTURNA

99 Kinder an HARNWEGSINFEKTEN bzw. PYELONEPHRITIS

1.1 Kinder mit vesico-ureteralem Reflux

Erfaßt wurden alle Patienten mit einseitigem und beidseitigem operationsbedürftigen VUR - unabhängig von Pathogenese und Ätiologie sowie unabhängig von weiteren urologischen Erkrankungen. Neben der klinisch gesicherten Diagnose "VUR" in allen Fällen, lagen im einzelnen vor:

9 Kinder mit Meatusstenose

9 Kinder mit Urethralstenose

8 Kinder mit Enuresis diurna / nocturna

4 Kinder mit Ureterstenose

3 Kinder mit Ureterocele

1 Kind mit Nierenbeckenausgußstein

Ziel war, ein weites Spektrum an "Refluxpatienten" zu gewinnen, um eine möglichst allgemeingültige Aussage über den weiteren Verlauf der Nierenentwicklung nach chirurgischer Therapie bei diesem Krankheitsbild zu treffen.

Von den 163 beobachteten Kindern hatten:

85 einen einseitigen VUR und

78 einen beidseitigen VUR.

Da in den von in dieser Arbeit erfassten Fällen eine operative Therapie des Refluxes erforderlich wurde und viele Patienten mehrfach mit dem Ultraschallverfahren untersucht wurden, konnten die einzelnen sonographischen Befunde bei Kenntnis des Operationstermins der Operation zeitlich zugeordnet werden.

So wurde unterschieden zwischen:

a) dem VUR praeoperativ

b) dem VUR postoperativ und hier wiederum zu verschiedenen zeitlichen Abständen nach Operation.

a) Der VUR vor der operativen Behandlung

Alle Kinder mit VUR können praeoperativ in drei verschiedene Gruppen eingeteilt werden:

I. Patienten mit einseitigem VUR - von Reflux betroffene Nieren
(n = 50)

II. Patienten mit einseitigem VUR - von Reflux nicht betroffene Nieren. Diese sind die Nieren der Gegenseite der I. Gruppe.
(n = 50)

III. Patienten mit beidseitigem VUR - hier wurden 121 Nieren praeoperativ untersucht. (Die ungerade Anzahl an Nieren kam dadurch zustande, daß bei einigen Kindern die erste sonographische Nierenuntersuchung zu einem Zeitpunkt erfolgte, da bei einer Niere der Reflux bereits operativ beseitigt war, während bei der anderen Niere noch nichts geschehen war.)

b) Der VUR nach Antirefluxplastik

Die eben getroffene Unterteilung in drei Gruppen ist auch für die Zeit nach erfolgter Operation gültig, jedoch mit der Einschränkung, daß den Nieren ohne Reflux bei Kindern mit einseitigem VUR nach der Operation der Gegenseite nur noch eine Vergleichsrolle zufällt. Durch die Aufnahme von Patienten mit einseitigem VUR in diese Untersuchung war es möglich, an einzelnen Kindern gesunde und kranke Nieren hinsichtlich der Entwicklung ihrer Größen miteinander zu vergleichen.

Zeitpunkt bzw. Zeitintervall	eins. VUR ges. Seite Nieren n =	eins. VUR krk. Seite Nieren n =	beids. VUR Nieren n =
praeoperativ	50	50	121
postoperativ:			
1: bis 14. Tag	32	32	27
2: 15. Tag - Ende 1. Monat	7	7	8
3: 1. - 3. Monat	8	8	11
4: 4. - 6. Monat	10	10	25
5: 7. - 12. Monat	8	8	27
6: 1. - 3. Jahr	16	16	28
7: länger als 3 Jahre	12	12	4
Gesamt: S = 537	143	143	251

Tab. 1 : Aufschlüsselung über die Anzahl der jeweils zu den verschiedenen Zeitpunkten untersuchten Nieren bei den Gruppen mit vesico-ureteralem Reflux.

Zu beachten ist, daß es sich beim einseitigen Reflux - gesunde Seite - und beim einseitigen Reflux - kranke Seite - zwar um die gleichen Patienten, jedoch um verschiedene Nieren handelt.

1.2 Die Vergleichsgruppen

Zu den "Vergleichsgruppen" gehören alle in dieser Arbeit erfassten Kinder, die nicht an VUR leiden, deren Nierenerkrankungen sich jedoch zu einem Vergleich mit den Refluxnieren anboten. Diese waren im einzelnen:

1.2.1 Enuresis

Diese Gruppe umfasst 49 Kinder mit Enuresis diurna / nocturna. In Betracht kamen nur Formen des Einnässens, bei denen zunächst eine organische Veränderung der Harnwege durch eine urologische Untersuchung ausgeschlossen worden war. Auch eine Harnwegsinfektion lag bei diesen Kindern nicht vor. Es handelte sich also ausschließlich um Fälle von psychisch bedingter Enuresis, demzufolge um 98 gesunde Nieren. Diese Gruppe soll den Gegenpart zu den anderen untersuchten Kollektiven mit primären Nierenerkrankungen darstellen.

1.2.2 Harnwegsinfekt und Pyelonephritis

Da in der Regel bei allen Formen des VUR ein Harninfekt besteht und es bei unbehandelten Fällen von Reflux oft zur Ausbildung von Pyelonephritiden kommt (siehe oben), lag es nahe, den Kindern mit VUR Harnwegsinfekte und pyelonephritische Nieren anderer Genese gegenüberzustellen.

Auch hier wurden drei Gruppen unterschieden:

A akute Harnwegsinfekte (HWI)

Hierzu zählen 46 Patienten, bei denen erstmals ein akuter HWI diagnostiziert worden war.

B chronisch-rezidivierende Harnwegsinfekte

39 Kinder hatten in der Anamnese bereits einen oder mehrere HWI gehabt.

C chronisch-destruierende Pyelonephritis

Bei 24 Nieren von 14 Kindern waren bereits radiologisch destruisende Veränderungen nachweisbar.

klinische Diagnose	Patientenzahl n =	Betroffene Nieren n =
Enuresis diurna/noct.	49	98
akuter HWI	46	92
chron.-rez. HWI	39	78
chron.-destr. PN	14	24
Gesamt	148	292

Tab. 2 : Anzahl der Patienten und betroffene Nieren bei den untersuchten Vergleichsgruppen.

2. Methode

2.1 Die morphometrischen Größen der Nierensonographie

Bei der sonographischen Nierenuntersuchung, die an der hiesigen Kinderklinik alle nach dem "schnellen B-Bild-Verfahren" (32) durchgeführt werden, handelt es sich - wie bei allen Ultraschalluntersuchungen - um ein Schnittbildverfahren, in dem hinsichtlich unserer Fragestellung folgende dreidimensionalen Nierendurchmesser von Bedeutung sind:

- Nierenlänge im Longitudinalschnitt
- Nierenbreite im Transversalschnitt
- Nierentiefe im Longitudinal- und im Transversalschnitt

Abb. 1 zeigt diese Schnittebenen schematisch:

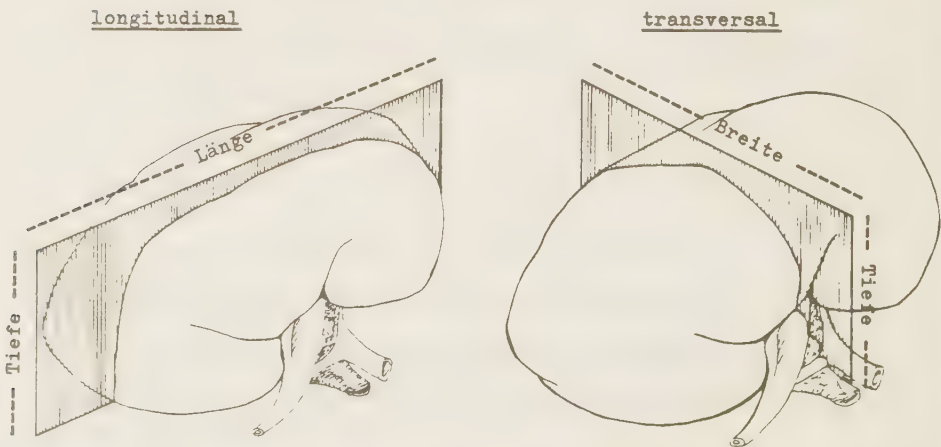


Abb. 1 : Übliche Schnittebenen in der Nierensonographie

(aus D. Weitzel und G. Alzen: Zur Bedeutung des Ultraschall Schnittbildverfahrens für die nephrologisch-urologische Diagnostik im Kindesalter (32).)

2.2 Die Bestimmung des Nierenvolumens aus sonographischen Meßgrößen

Mit Hilfe der eben genannten Nierendurchmesser ist es nun möglich, durch Einsetzen dieser Durchmesser in die Formel eines dreiachsigen Ellipsoids eine Volumenberechnung jeder einzelnen untersuchten Niere durchzuführen (25,31):

$$\begin{aligned} \text{Nierenvolumen (in ml oder cm}^3 \text{)} &= \\ \text{Nierenlänge} \times \text{Nierenbreite} \times \frac{T_1 + T_2}{2} \times 0,523 \end{aligned}$$

T_1 = Nierentiefe im Longitudinalschnitt

T_2 = Nierentiefe im Transversalschnitt

Durch diesen Schritt erhält man einen Parameter, der es erlaubt, die Nierengrößen bei verschiedenen Krankheitsbildern zu vergleichen und - wie im Falle des VUR - postoperative Größenentwicklungen der Nieren zu verfolgen.

2.3 Normgrößen für Nierenvolumina

Um die Nierengrößen kindlicher kranker Nieren anhand des sonographisch berechneten Volumens untereinander und mit gesunden Nieren vergleichen zu können, bedurfte es einer Normwerttabelle mit den durchschnittlichen Volumina gesunder kindlicher und sonographisch vermessener Nieren.

D. WEITZEL vermaß an 206 Kindern, bei denen eine Nierenerkrankung ausgeschlossen werden konnte, die oben genannten Nierendurchmesser. Dabei stellte er eine deutliche Korrelation zwischen diesen Durchmessern und den körperlichen Merkmalen Alter, Gewicht, Größe und Körperoberfläche fest. Am besten entsprachen sich Volumen und Körpergewicht. Aus diesem Grund wurde das Gesamtkollektiv in 10 Gewichtsklassen unterteilt und für jede Klasse Mittelwert und Standardabweichungen der linken und rechten Niere ermittelt (31).

Anlage 1 zeigt die durchschnittlichen Normalwerte sonographischer Nierendurchmesser und Nierenvolumina für gesunde rechte und linke Nieren in zehn Körpergewichtsklassen.

2.4 Das Nierenvolumen in $\% \bar{x}$

Nach den bisherigen Erläuterungen ist ein absoluter Vergleich zwischen gesunden Nieren und unseren untersuchten nur bei gleichem Körpergewicht bzw. innerhalb gleicher Gewichtsklassen erlaubt. Es mußte demnach nach einer Möglichkeit gesucht werden, einen vom Körpergewicht unabhängigen Vergleich durchzuführen. Dazu dient die Angabe des Nierenvolumens in $\% \bar{x}$, d.h., die Angabe des berechneten Nierenvolumens in $\%$ vom Mittelwert der dem gefundenen Wert entsprechenden Gewichtsklasse.

Ein Beispiel soll diesen Schritt erläutern:

Bei einem Kind mit einem Körpergewicht von 12 kg wurde nach einer sonographischen Untersuchung der linken Niere aus den gemessenen Durchmessern ein Volumen von 33 ml berechnet. Das durchschnittliche Volumen beträgt in der Gewichtsklasse zwischen 10 und 14,9 kg Körpergewicht für die linke Niere 29,3 ml. Dieser Wert entspricht 100 %. Demnach ergibt sich in unserem Beispiel, daß das Nierenvolumen in $\% \bar{x}$ für die linke Niere 112,6 % beträgt.

Das Nierenvolumen in $\% \bar{x}$ ist der Parameter, der erlaubt, alle Nierengrößen untereinander zu vergleichen, ohne die Alters- und damit Gewichtsunterschiede der Kinder berücksichtigen zu müssen.

2.5 Die Einteilung der Nierenvolumina nach Gruppen, die aus Mittelwert und Standardabweichungen des Normkollektivs gebildet wurden.

Neben der Umwandlung des absoluten Nierenvolumens in ml in das Nierenvolumen in $\% \bar{x}$, wurden alle Volumina sogenannten "Größenklassen" zugeordnet. Die Grundlage dieser Größenklassen bildeten Mittelwerte und Standardabweichungen der Normtabelle für gesunde Nieren.

Im einzelnen wurden folgende Klassen unterschieden:

Klasse 1 : x kleiner $\bar{x} - 2s$: In diese Klasse fielen alle Nieren, deren Volumina kleiner waren als der Mittelwert minus der zweifachen Standardabweichung der zuständigen Gewichtsklasse.

Klasse 2 : x kleiner $\bar{x} - s$ und größer $\bar{x} - 2s$: In diese Klasse fielen alle Nieren, deren Volumina zwischen dem Mittelwert minus der zweifachen und minus der einfachen Standardabweichung einzuordnen waren.

Klasse 3 : x kleiner $\bar{x}$ und größer $\bar{x} - s$: In diese Klasse fielen alle Werte, die sich zwischen dem Mittelwert und dem Mittelwert minus einfache Standardabweichung der zuständigen Gewichtsklasse befanden.

Klasse 4 : x kleiner $\bar{x} + s$ und größer $\bar{x}$: Hierzu gehören alle Nierenvolumina, die zwischen dem Mittelwert und dem Mittelwert plus einfache Standardabweichung lagen.

Klasse 5 : x kleiner $\bar{x} + 2s$ und größer $\bar{x} + s$: Diese Klasse beinhaltet alle Werte zwischen Mittelwert plus einfache und plus zweifache Standardabweichung.

Klasse 6 : x größer $\bar{x} + 2s$: Alle Nierenvolumina, die größer waren als der Mittelwert plus der zweifachen Standardabweichung der zugehörigen Gewichtsklasse gehörten hierzu.

Ein Beispiel :

Für die rechte Niere eines Kindes mit einem Gewicht von 17 kg ist nach sonographischer Untersuchung ein Volumen von 23 ml berechnet worden. Für die Klasse von 15 bis 19,9 kg Körpergewicht

gelten bei gesunden rechten Nieren folgende Durchschnittswerte:

$$\bar{x} - 2s = 17,22 \text{ ml}$$

$$\bar{x} - s = 26,37 \text{ ml}$$

$$\bar{x} = 35,52 \text{ ml}$$

$$\bar{x} + s = 44,67 \text{ ml}$$

$$\bar{x} + 2s = 53,82 \text{ ml}$$

Ein Nierenvolumen von 23 ml wie in unserem Beispiel befindet sich also zwischen dem Mittelwert minus der einfachen und minus der zweifachen Standardabweichung, gehört damit also der Größenklasse 2 an.

2.6 Einzelniere und Gesamtnierenvolumen

Als weiteres Kriterium wurde der prozentuale Anteil einer Niere am Gesamtnierenvolumen eines Patienten ermittelt. Das Gesamtnierenvolumen entspricht dabei der Summe der absoluten Nierenvolumen in ml von rechter und linker Seite.

Dazu als Beispiel:

Bei einem Kind habe nach sonographischer Nierenuntersuchung die Berechnung für die rechte Niere ein Volumen von 28 ml und für die linke von 30 ml ergeben.

$$\text{Gesamtnierenvolumen : } 28 \text{ ml} + 30 \text{ ml} = 58 \text{ ml}$$

$$\text{Rechte Niere : } 28 \text{ ml} = 48,3 \%$$

$$\text{Linke Niere : } 30 \text{ ml} = 51,7 \%$$

Sinn dieser Bestimmung sollte eine Prüfung des Symmetrieverhaltens sein.

C. ERGEBNISSE

1. Das Nierenvolumen in % $\bar{x}$ als differentialdiagnostisches Kriterium

1.1 Vergleichsgruppen

Abb. 2 zeigt Mittelwerte mit Standardabweichungen des Nierenvolumens in % $\bar{x}$ für alle vier Vergleichsgruppen: Während sich das durchschnittliche Nierenvolumen von Kindern mit Enuresis, akutem Schub eines HWI und chron.-rezidivierendem HWI kaum vom durchschnittlichen Volumen gesunder Nieren (100 %) unterscheidet, ist die erhebliche Verringerung der Nierengröße bei Kindern mit chron.-destruierender Pyelonephritis auffällig.

1.2 Der VUR vor der operativen Behandlung

Auf der Abb. 3 sind Mittelwerte und Standardabweichungen des Nierenvolumens in % $\bar{x}$ für die praeoperativen Refluxgruppen zu sehen. Bemerkenswert gering ist der Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen, insbesondere differieren die gesunden Nieren beim einseitigen VUR von den Refluxnieren nur unwesentlich. Vielleicht ein Hinweis auf im allgemeinen rechtzeitige Diagnosestellung des Refluxes, d.h., eine dem Reflux folgende Pyelonephritis hat sich noch nicht entwickelt oder hat noch keine merkbaren Einflüsse auf die Nierengröße genommen.

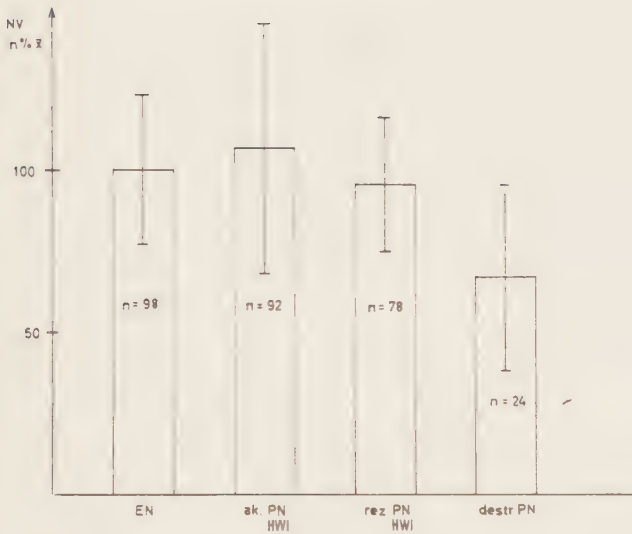


Abb. 2 : Mittelwerte und Standardabweichungen der Vergleichsgruppen Enuresis (EN) und Harnwegsinfekte bzw. Pyelonephritis (PN).

Anmerkung: Die Begriffe "akute Pyelonephritis" und "chron.-rez. Pyelonephritis" sind sehr strittig, weil

- a) die Lokalisation der Harnwegsinfektion schwierig ist u.
- b) in den klinischen Diagnosen die Lokalisation der Harnwegsinfektion gar nicht versucht wurde. Viele "akute Pyelonephritiden" sind daher wahrscheinlich akute Zystitiden und nur wenige echte akute Pyelonephritiden.

Daher wird auch im weiteren Text bei der akuten und rezidivierenden Infektion der Begriff der Harnwegsinfektion vorgezogen.

Anders ist die Situation bei der chron.-destruierenden Pyelonephritis. Hier gibt es radiologisch eindeutige Hinweise für eine Beteiligung der Nieren.

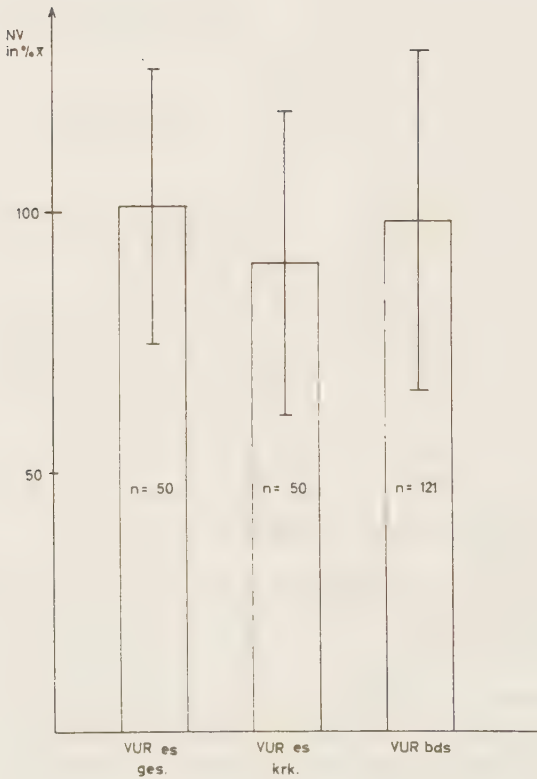


Abb. 3 : Mittelwerte und Standardabweichungen
der praeoperativen Refluxgruppen.

es = einseitig

bds = beidseits

1.3 Statistische Unterschiede zwischen allen Gruppen

Zwischen Vergleichsgruppen und praeoperativen Refluxgruppen wurde ein T - Test durchgeführt:

	EN	ak. HWI	rez. HWI	des. PN	VUR es g	VUR es k	VUR bds
Enuresis	-	n.s.	n.s.	S	n.s.	a	n.s.
ak. HWI	n.s.	-	a	S	n.s.	s	n.s.
rez. HWI	n.s.	a	-	S	n.s.	n.s.	n.s.
destr. PN	S	S	S	-	S	s	S
VUR es ges.	n.s.	n.s.	n.s.	S	-	n.s.	n.s.
VUR es krk.	a	s	n.s.	s	n.s.	-	n.s.
VUR bds	n.s.	n.s.	n.s.	S	n.s.	n.s.	-

Tab. 3 : T - Test aller praeoperativer Refluxgruppen und aller Vergleichsgruppen untereinander.

S : $p \leq 0,001$: hochsignifikanter Unterschied
 s : $p \leq 0,01$: signifikanter Unterschied
 a : $p \leq 0,05$: auffälliger Unterschied
 n.s. : $p > 0,05$: statistisch kein Unterschied

Die Tabelle zeigt, daß sich die Nierengrößen der Gruppe mit destruierender Pyelonephritis von denen der übrigen Gruppen hochsignifikant bzw. zu den Kindern mit einseitigem Reflux - kranke Niere - signifikant unterscheidet. Ein signifikanter Unterschied besteht außerdem zwischen den Nierenvolumina bei akutem HWI und einseitigem Reflux - kranke Niere. Auffällige

Unterschiede ergaben sich zwischen Enuresis und einseitigem Reflux - kranke Niere - sowie akutem HWI und rezidivierendem HWI.

1.4 Die Nierenvolumina der Vergleichsgruppen innerhalb der verschiedenen Körpergewichtsklassen

In der folgenden Abbildung ergibt sich eine differenziertere Anschauung der Nierenvolumina in % $\bar{x}$ aller Vergleichsgruppen. Hierzu wurden die Einzelwerte jeder Gruppe auf die in der Normtabelle gesunder Nieren verwendeten Gewichtsklassen aufgeteilt. Die Darstellung in dieser Form bestätigt die Aussage der Abb. 2 (Seite 19). Während die durchschnittlichen Volumina in den einzelnen Gewichtsklassen bei Enuresis, chron.-rezidivierendem HWI sowie akutem HWI auf etwa gleichem Niveau liegen und immer um die durchschnittlichen Nierengrößen gesunder Kinder (100 %) schwanken, ist bei den Kindern mit pyelonephritisch zerstörten Nieren in den beobachteten Gewichtsklassen der Mittelwert der Nierenvolumina deutlich unter der Norm.



Abb. 4 : Das durchschnittliche Nierenvolumen in % $\bar{x}$ innerhalb bestimmter Gewichtsklassen bei den Vergleichsgruppen.

1.5 Verteilung der Einzelwerte in die Größenklassen

Neben der Berechnung des durchschnittlichen Nierenvolumens in % $\bar{x}$ in den einzelnen Gruppen als gesamter Mittelwert (1.1 - 1.3) sowie innerhalb verschiedener Gewichtsklassen (1.4), wurde auch das absolute Nierenvolumen in ml als Vergleichskriterium herangezogen. Jedes einzelne errechnete Nierenvolumen wurde seiner Größe entsprechend in eine der sechs verschiedenen Größenklassen eingeteilt (siehe B. 2.5). Während das durchschnittliche Nierenvolumen in % $\bar{x}$ nur eine einzige Vergleichsgröße zum durchschnittlichen Nierenvolumen gesunder Kinder darstellt, erlaubt die Verteilung der Einzelwerte in die Größenklassen eine genaue Beurteilung der Streuung unserer untersuchter Nieren um die Mittelwerte der Volumina gesunder Nieren.

Tabelle 4 und Abbildung 5 geben Aufschluß über die Verteilung der Nierenvolumina der verschiedenen Krankheitsbilder in die Größenklassen.

Verteilung der einzelnen Nierenvolumina jedes Krankheitsbildes in die sechs Größenklassen

Größenklassen	absolut n =						absolut n =		in %	
	1	2	3	4	5	6	1 - 3	4 - 6	1 - 3	4 - 6
Enuresis	-	15	39	28	12	4	54	44	55,1	44,9
akuter HWI	1	11	37	18	17	8	49	43	53,2	46,8
rezidiv. HWI	1	9	39	20	8	1	49	29	62,8	37,2
destr. PN	11	4	4	5	-	-	19	5	79,2	20,8
VUR es ges.	1	5	21	12	9	2	27	23	54,0	46,0
VUR es krk.	4	12	18	7	6	3	34	16	68,0	32,0
VUR bds	11	22	38	28	15	7	71	50	58,7	41,3

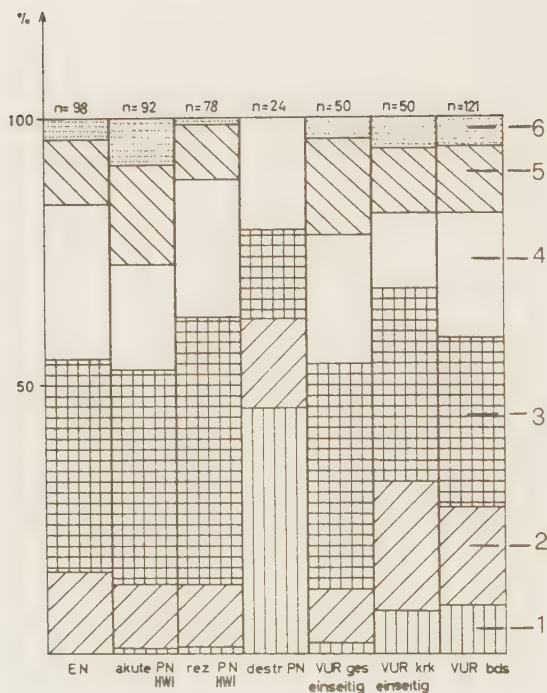


Abb. 5 : analog Tab. 4 : Verteilung im Schaubild.

Die Ziffern am rechten Bildrand kennzeichnen die einzelnen Größenklassen (siehe B. 2.5).

Tabelle und Abbildung zeigen, daß bei Enuresis, gesunden Nieren des einseitigen Refluxes und akutem HWI die Einzelwerte ziemlich gleichmäßig um die Mittelwerte der Volumina gesunder Nieren streuen. Bedenkt man jedoch, daß es sich bei den eben genannten Gruppen um potentiell gesunde bzw. beim akuten HWI um eine gerade exacerbierter Krankheit handelt, so ist dieses Ergebnis nicht überraschend. Deutlich wird bei den Infekten mit der Zunahme der Krankheitsdauer die Anzahl der unterdurchschnittlich großen Nieren (1 - 3) größer. Bei der destruierenden Pyelonephritis beträgt der Anteil der Nieren, die kleiner als eine durchschnittliche gesunde Niere sind, fast 80 %.

Auch die Refluxnieren des einseitigen und beidseitigen VUR zeigen schon praeoperativ wesentlich mehr unterdurchschnittliche Größen (68 bzw. 58,7 %) als man dies nach den Gesamtdurchschnittswerten des Nierenvolumens in $\% \bar{x}$ (1.2) hätte erwarten können!

2. Das Symmetrieverhalten der untersuchten Nieren

2.1 Definition der Begriffe "Symmetrie" und "Asymmetrie"

Wie in Abschnitt B. 2.6 beschrieben, sollte die Prüfung der einzelnen Nierenvolumina auf Symmetrie bzw. Asymmetrie die Möglichkeit bieten, einen intraindividuellen Größenvergleich der Nieren durchzuführen. Der Einfluß der verschiedenen Krankheitsbilder auf das Symmetrieverhalten der Nieren soll untersucht werden. Dabei galten alle Nieren als symmetrisch, die folgende Bedingung erfüllten:

Das berechnete Nierenvolumen in ml mußte prozentual am Gesamtnierenvolumen beider Nieren eines Patienten einen Anteil von mindestens 40 % und höchstens 60 % haben.

Demnach galten alle Nieren als asymmetrisch, deren Volumen am Gesamtvolumen beider Nieren eines Kindes unter 40 bzw. mehr als 60 % betrug.

2.2 Das Symmetrieverhalten der verschiedenen Patientengruppen

Abb. 6 zeigt das recht unterschiedliche Symmetrieverhalten aller untersuchter Kollektive am Beispiel der Asymmetrie.

Auffallend hoch, wenn auch nicht Überraschend, ist der Anteil asymmetrischer Nieren bei Kindern mit destruierender Pyelonephritis (75 %). Erklärbar ist dieses Ergebnis jedoch bei Berücksichtigung der Tatsache, daß der pyelonephritische Schrumpfprozeß die Nieren meist nicht gleichzeitig zerstört und bei verschiedenen Nieren nicht gleichstark ausgeprägt ist.

Auch der Anteil asymmetrischer Nieren bei Patienten mit VUR ist verhältnismäßig groß. Bemerkenswert ist dabei, daß sich einseitiger nicht von beidseitigem Reflux unterscheidet. Akute und rezidivierende Harnwegsinfekte unterscheiden sich dagegen kaum von den gesunden Nieren bei Kindern mit Enuresis.

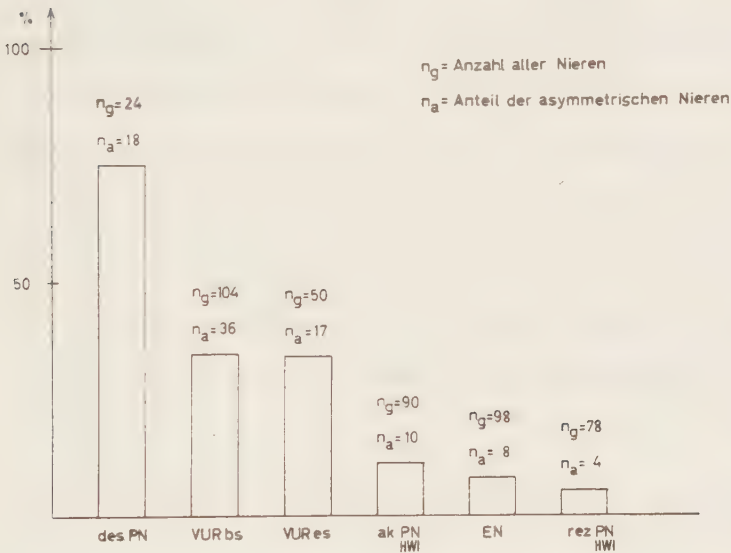


Abb. 6 : Das Symmetrieverhalten der praeoperativen Refluxgruppen und der Vergleichsgruppen: Anteil der asymmetrischen Nieren bei den einzelnen Kollektiven.

3. Das Nierenvolumen bei Kindern mit VUR nach operativer Beseitigung des Refluxes

3.1 Querschnittsverläufe

Der Begriff "Querschnittsverlauf" bedeutet, daß in jedem zeitlich genau festgelegten postoperativen Zeitintervall (B.1.1) die Kinder zusammengefasst wurden, deren Refluxoperation sovieler Tage bzw. Monate zurücklag, daß sie einem bestimmten Zeitabschnitt angehörten. Es handelte sich also nicht zu jedem Zeitpunkt um die gleichen Kinder, da einige Kinder nur einmal, andere zweimal und wieder andere mehrere Male postoperativ zu verschiedenen Zeiten sonographisch untersucht worden waren. Da es sich beim Querschnittsverlauf also nicht um ein homogenes, d.h. stets gleiche Patienten handelt, kann er nur eine allgemeine Tendenz über die Entwicklung der Nierengröße nach Operation des VUR aufzeigen.

3.1.1 Kranke Niere des einseitigen VUR

Abb. 7 zeigt die durchschnittliche Größe der Nierenvolumina in % $\bar{x}$ und ihre Standardabweichungen praeoperativ und zu den verschiedenen postoperativen Zeitpunkten bei vom Reflux betroffenen Nieren des einseitigen VUR. Das durchschnittliche Nierenvolumen in % $\bar{x}$, welches bereits praeoperativ mit 90,2 % unter dem Mittelwert eines gesunden Kollektivs (100 %) liegt, zeigt in den ersten 14 postoperativen Tagen eine deutliche Größenzunahme. Bereits zwischen dem 15. Tag und dem Ende des

1. postoperativen Monats nimmt die durchschnittliche Nierengröße wieder ab und hat etwa nach drei Monaten wieder den praeoperativen Ausgangswert erreicht. In der Folgezeit ändert sich die Größe des durchschnittlichen Nierenvolumens nur unwesentlich. Es ergibt sich eher "eine Tendenz nach unten", d.h. eine Abnahme des durchschnittlichen Nierenvolumens im Vergleich zur praeoperativen Größe, denn mehr als 3 Jahre nach Antirefluxplastik haben die operierten Nieren mit einem durchschnittlichen Volumen von 77,1 % noch mehr an Größe verloren.

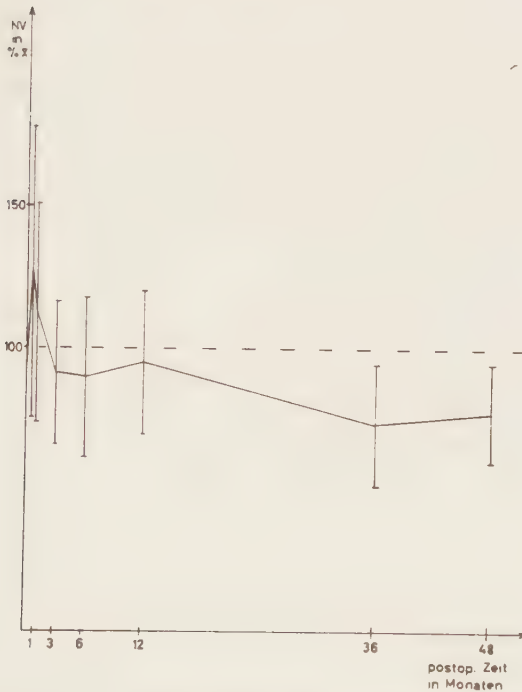


Abb. 7 : Einseitiger VUR im Querschnittsverlauf - kranke Niere -
Durchschnittliche Veränderung des Nierenvolumens zu
verschiedenen postoperativen Zeitpunkten.
x - Achse = praeoperativer Wert

3.1.2 Gesunde Niere des einseitigen VUR

Von der nicht vom Reflux betroffenen Seite beim einseitigen VUR, primär gesunden Nieren also, war zu erwarten, daß sich die Nierengrößen zu allen Zeitpunkten nicht vom durchschnittlichen Volumen gesunder Nieren unterscheidet.

Abb. 8 bestätigt im wesentlichen diese Erwartung:

Zwar ist auch bei der nichtoperierten Seite infolge Operation der Gegenseite eine Volumenzunahme der Nieren in den ersten postoperativen Tagen feststellbar; diese ist jedoch nicht so stark ausgeprägt wie bei der Refluxniere selbst. Nach 6 Monaten hat das durchschnittliche Nierenvolumen wieder die Größe, welches es zur Zeit vor der Operation der Gegenseite besaß. Daran ändert sich auch zu späteren Zeitpunkten nichts mehr, sodaß das praeoperative Durchschnittsvolumen mit 101,2 % sich nur unwesentlich vom mehr als 3 Jahre später berechneten Volumen unterscheidet (97,2 %).



Abb. 8 : Einseitiger VUR im Querschnittverlauf - ges.
Niere -

Durchschnittliche Veränderung des Nierenvolumens
zu verschiedenen Zeitpunkten nach Antireflux-
plastik der Gegenseite.

3.1.3 Beidseitiger VUR

Was sich beim Querschnittsverlauf der Refluxnieren des einseitigen Refluxes in mäßigem Ausmaß zeigte, wiederholt sich noch eindrucksvoller bei den Nieren von Kindern mit beidseitigem Reflux. Nach dem kurzzeitigen Anstieg des durchschnittlichen Nierenvolumens in den ersten Tagen nach Antirefluxplastik, ist bereits nach einem Monat der praeoperative Ausgangswert von 103,7 % leicht unterschritten (96,6 %). In der Folgezeit nimmt das Volumen kontinuierlich ab und ist am Ende des 3. postoperativen Jahres bereits um mehr als 1/5 kleiner als vor der Operation.

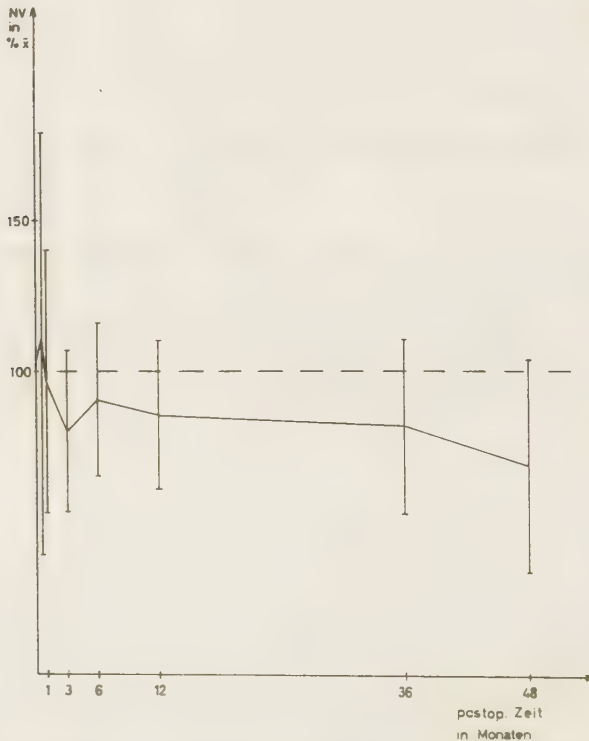


Abb. 9 : Beidseitiger VUR im Querschnittsverlauf

3.1.4 Querschnittsverlauf innerhalb der Gewichtsklassen bei den Refluxnieren

In Anlehnung an Kapitel C.1.4, wo für jede Vergleichsgruppe bezogen auf die Normtabelle gesunder Nieren innerhalb der Körpergewichtsklassen ein durchschnittliches Nierenvolumen in % $\bar{x}$ gebildet wurde, wurden für alle Refluxnieren die praeoperativen Nierengrößen sowie alle Volumina zu den verschiedenen postoperativen Zeiten in diese Gewichtsklassen eingeteilt und für jede Klasse der Mittelwert berechnet. Dies ermöglicht auf genauere Art die Entwicklung der Nierengrößen nach Antirefluxplastik zur Darstellung zu bringen.

Die Tendenz der Nierenvolumenverminderung von der im Querschnittsverlauf bei einseitigem und beidseitigem Reflux die Rede war, bestätigt sich auch innerhalb der einzelnen Gewichtsklassen. Zur besseren Übersicht wurden die postoperativen Zeitintervalle zu größeren zusammengefaßt. Alle Refluxnieren liegen mit ihrer durchschnittlichen Größe in jeder Gewichtsklasse praeoperativ deutlich unter der Norm. Der weitere Verlauf entspricht nahezu in jeder Gewichtsklasse den vorhergehenden Beobachtungen, die die verschiedenen Körpergewichte nicht berücksichtigten:

Nach einer Größenzunahme der Nieren in den ersten postoperativen Wochen, liegt das Größenniveau nach einem Jahr etwa wieder in Höhe der praeoperativen Kurve. Im weiteren Verlauf sinkt mit einer Ausnahme das durchschnittliche Nierenvolumen unter die praeoperative Größe.

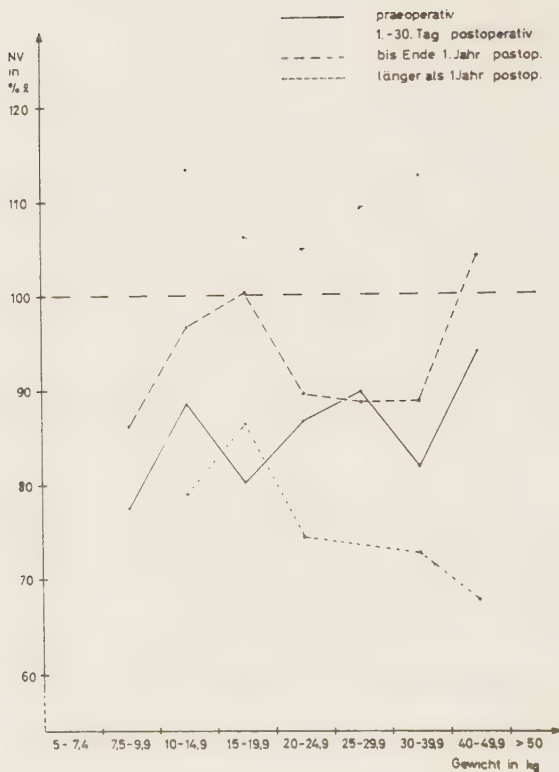


Abb. 10 : Das durchschnittliche Nierenvolumen beim VUR praeoperativ und während der verschiedenen postoperativen Zeitintervalle innerhalb bestimmter Gewichtsklassen.

3.1.5 Die Verteilung der absoluten Nierenvolumina in ml des postoperativen VUR in die Größenklassen

Bei der bisherigen Untersuchung über die postoperative Größenentwicklung der Nieren nach VUR wurde als Prüfparameter nur das Durchschnittsvolumen in % $\bar{x}$ herangezogen.

Hier soll nun versucht werden, durch die Verteilung der Nierenvolumina in ml in die Größenklassen (siehe B.2.5 und C. 1.5) eine Aussage über die Streuung der Nierengrößen um die Mittelwerte des gesunden Normkollektivs zum praeoperativen Zeitpunkt und zu den verschiedenen postoperativen Zeiten zu treffen.

Konkret bedeutet dies, daß Nierenvolumina, die den Größenklassen 1 - 3 angehören, kleiner sind als das Durchschnittsvolumen einer gesunden Niere; Nierenvolumina der Klassen 4 - 6 sind größer als durchschnittliche gesunde Nieren.

Abbildung 11 und Tabelle 5 zeigen im Schaubild und zahlenmäßig die Verteilung der absoluten Nierenvolumina der kranken Nieren des einseitigen Refluxes in die Größenklassen.

Verteilung der einzelnen Nierenvolumina des einseitigen VUR - kranke Niere -
in die sechs Größenklassen praeeoperativ und zu den verschiedenen post-
operativen Zeiten

Größenklassen	absolut n =						absolut n =			in %		
	1	2	3	4	5	6	1 - 3	4 - 6	1 - 3	4 - 6		
praeeoperativ	4	12	18	7	6	3	34	16	68,0	32,0		
postop. 1	-	4	6	9	4	9	10	22	31,3	68,7		
2	-	1	1	4	-	1	2	5	28,6	71,4		
3	1	2	2	2	1	-	5	3	62,5	37,5		
4	1	2	4	2	1	-	7	3	70,0	30,0		
5	-	3	1	3	1	-	4	4	50,0	50,0		
6	4	6	4	2	-	-	14	2	87,5	12,5		
7	1	5	5	1	-	-	11	1	91,7	8,3		

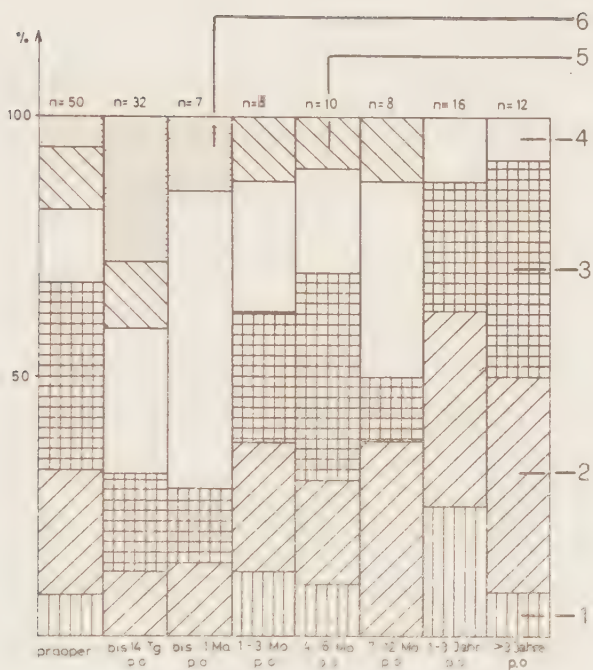


Abb. 11 : analog Tab. 5 : Verteilung im Schaubild
Die Ziffern am rechten Bildrand kenn-
zeichnen die einzelnen Größenklassen.

Wie zu erkennen ist, stellen Tabelle und Abbildung die Bestätigung des Ergebnisses beim Querschnittsverlauf mit Hilfe des Nierenvolumens in $\% \bar{x}$ dar:

Praeoperativ fielen 68 % aller Volumina in die Größenklassen 1 - 3, lagen mit ihrer Größe damit unter dem Mittelwert gesunder Nieren. Nur 32 % waren größer. Dem entspricht ein durchschnittliches Nierenvolumen aller praeoperativer einseitiger Refluxnieren von 90,2 % (C.3.1.1), d.h., etwa um 1/10 im Durchschnitt kleinere Nieren als normal. Nach dem kurzen durch Harnwegsobstruktion bedingten Größerwerden der Nieren unmittelbar postoperativ, mit einem Anstieg der überdurchschnittlich großen Nieren auf ca. 70 %, nimmt der Anteil kleiner Nieren in der postoperativen Zeit stetig zu. Nach dem ersten Jahr erreicht der Anteil der kleinen Nieren (1 - 3) etwa 90 %. (Dazu entsprechendes durchschnittliches Nierenvolumen: 77,1 %)

Besonders deutlich zeigt die Abbildung 11 im postoperativen Verlauf das Verschwinden der hohen Größenklassen. Schon zwischen dem 1. und dem 3. postoperativen Monat gibt es keine einzige Niere mehr, die größer ist als Mittelwert plus zweifache Standardabweichung ($\bar{x} + 2s$). Ein Jahr später sind auch die Nieren verschwunden, deren Größe in den Bereich von $\bar{x} + s$ bis $\bar{x} + 2s$ einzuordnen wäre. Nach mehr als 3 Jahren war nur noch eine einzige Niere größer als eine durchschnittlich große gesunde Niere.

Tabelle 6 und Abbildung 12 zeigen die Verteilung der Nierenvolumina in die Größenklassen für die gesunden Gegenseiten der Refluxnieren des einseitigen VUR:

Tab. 6

Verteilung der einzelnen Nierenvolumina des einseitigen VUR - gesunde Seite -
in die sechs Größenklassen präoperativ und zu den verschiedenen postoperativen Zeiten

Größenklassen	absolut n =						absolut n =		in %	
	1	2	3	4	5	6	1 - 3	4 - 6	1 - 3	4 - 6
präoperativ	1	5	21	12	9	2	27	23	54,0	46,0
postop. 1	1	2	9	11	6	2	12	19	38,5	61,4
2	-	1	1	2	1	2	2	5	28,6	71,4
3	1	-	-	3	4	-	1	7	12,5	87,5
4	-	1	3	5	1	-	4	6	40,0	60,0
5	-	3	1	2	1	1	4	4	50,0	50,0
6	-	4	5	4	3	-	9	7	56,3	43,7
7	1	2	3	2	3	1	6	6	50,0	50,0

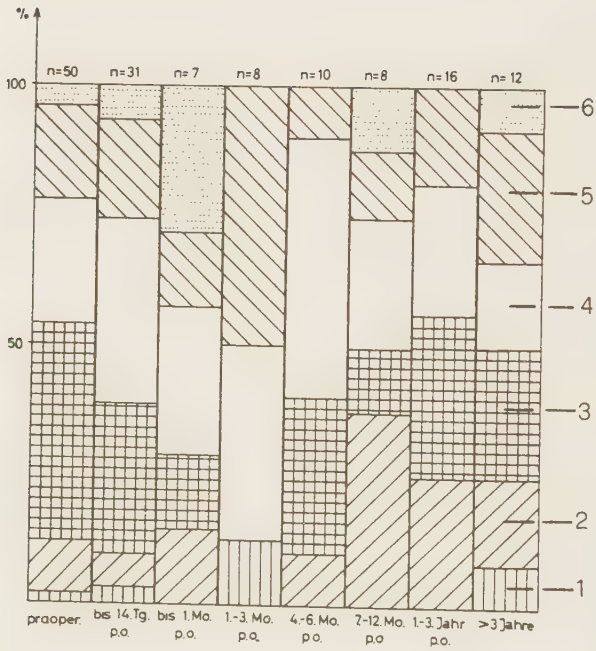


Abb. 12 : analog Tab. 6 : Verteilung im Schaubild
Die Ziffern am rechten Bildrand kenn-
zeichnen die einzelnen Größenklassen.

Wie zu erwarten war, ergibt sich ein völlig normales Verteilungsmuster der Nierenvolumina mit gleichmäßiger Streuung der Einzelwerte um die Mittelwerte gesunder Nieren. Einzige Ausnahme bildet wiederum der unmittelbare postoperative Zeitraum mit erheblichem Anwachsen des Anteils großer Nieren (4 - 6). Die Verteilung der Volumina zu den Zeitpunkten nach dem 6. postoperativen Monat gleicht wieder der Verteilung zum Zeitpunkt vor Antirefluxplastik der Gegenseite.

Für den beidseitigen VUR ergeben sich im wesentlichen die gleichen Verhältnisse wie beim einseitigen Reflux. Lediglich der kurzfristige Zuwachs an überdurchschnittlich großen Nieren in den ersten postoperativen Tagen ist hier nicht festzustellen. Auch ist der Anteil kleiner Nieren (1 - 3) mehr als ein Jahr nach Operation nicht so groß, wie bei den Refluxnieren des einseitigen Refluxes, wenn auch mit ca. 20 % im Vergleich zur praeoperativen Ausgangslage (58,7 %) immer noch deutlich.

Verteilung der einzelnen Nierenvolumina des beidseitigen VUR in die sechs Größenklassen praeeoperativ und zu den verschiedenen postoperativen Zeiten

Größenklassen	absolut n =						absolut n =			in %				
	1	2	3	4	5	6	1	3	4	6	1	3	4	6
praeeoperativ	11	22	38	28	15	7	71	50			58,7	41,3		
postop. 1	3	5	7	5	3	3	15	11			57,6	42,4		
2	1	2	1	2	-	1	4	3			57,2	42,8		
3	1	4	5	-	1	-	10	1			90,9	10,1		
4	3	4	9	7	2	-	16	9			64,0	36,0		
5	3	6	10	7	1	-	19	8			70,4	29,6		
6	4	10	8	4	1	1	22	6			78,6	21,4		
7	2	-	1	1	-	-	3	1			75,0	25,0		

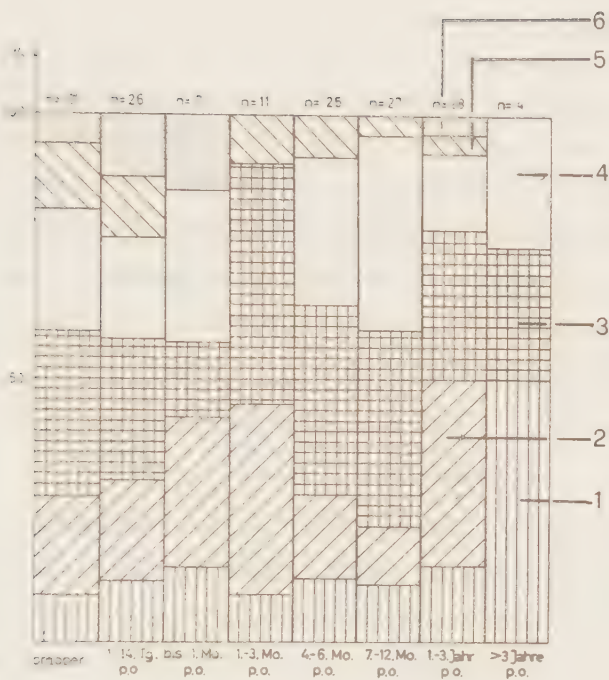


Abb. 13 : analog Tab. 7 : Verteilung im Schaubild
Die Ziffern am rechten Bildrand kennzeichnen die einzelnen Größenklassen.

3.2 Längsverläufe

Aus dem Nachteil der Querschnittsverlaufsuntersuchungen, nicht zu jedem postoperativ betrachteten Zeitintervall ein homologes, d.h., ein stets gleiches Patientengut zur Verfügung zu haben, ergab sich die nötige Konsequenz, auch anhand von Einzelverläufen die Tendenz der Nierengrößen-Entwicklung zu beobachten. Zu diesem Zweck wurden aus unseren Patienten alle Kinder erfaßt, bei denen folgende Bedingungen gegeben waren:

1. Die Nieren mußten vor der Antirefluxplastik sonographisch untersucht worden sein (praeop. Wert).
2. Nach der praeoperativen Untersuchung mußten die gleichen Nieren mindestens einmal oder zweimal postoperativ untersucht sein, wobei die erste Untersuchung nicht vor dem dritten postoperativen Monat stattgefunden haben durfte.
3. Um praeoperatives und postoperative Nierenvolumina des gleichen Kindes vergleichen zu können und um zu verhindern, daß das physiologische Nierenwachstum ein übermäßiges Nierenwachstum vortäuscht, kamen nur Patienten in Frage, die bei allen Untersuchungen in die gleiche Gewichtsklasse fielen.

Unter diesen Voraussetzungen konnten vier Gruppen gebildet werden:

I. Refluxnieren

- a) 42 Refluxnieren, die nach praeoperativer Voruntersuchung einmal postoperativ untersucht wurden (jedoch frühestens nach 3 Monaten).

- b) 14 Refluxnieren, die nach praeoperativer Untersuchung zweimal postoperativ untersucht wurden (erste postoperative Untersuchung mindestens 3 Monate nach Operation).

II. Gesunde Gegenseiten von Refluxnieren beim einseitigen VUR

- a) 14 Nieren, die praeoperativ und einmal nach Antirefluxplastik der Gegenseite untersucht wurden.
- b) 4 Nieren, die praeoperativ und zweimal nach Operation der Gegenseite untersucht wurden.

Da beim Längsverlauf nur Kinder herangezogen wurden, deren Gewichtsklasse sich während allen Untersuchungen nicht veränderte, konnte das abstrakte Nierenvolumen in % $\bar{x}$ außer Betracht gelassen werden. Stattdessen wurde als Vergleichsgröße das absolute Nierenvolumen in ml benutzt. Da aber dadurch ein Vergleich der Einzelverläufe miteinander nur unübersichtlich zur Darstellung gebracht werden kann, wurden alle praeoperativen in ml errechnete Nierenvolumen gleich 100 % gesetzt. Die Nierenvolumina der postoperativen Folgeuntersuchungen wurden dann in ein entsprechendes prozentuales Verhältnis gebracht.

Ein Beispiel möge diesen Schritt besser verständlich machen:
Die Refluxniere eines Kindes habe ein Nierenvolumen von 48 ml.
Drei Monate nach Antirefluxplastik betrage das Nierenvolumen dieses Kindes 52 ml. Ein halbes Jahr später ergibt sich ein Volumen von 41 ml.

Daraus ergäbe sich folgender Längsverlauf:

48 ml	-	52 ml	-	41 ml, dem entsprechen
100 %	-	108,3 %	-	85,4 %

Auf diese Weise wurden alle zur Längsverlaufsuntersuchung in Betracht kommenden Nieren umgerechnet. Durch den gemeinsamen Nenner "100 %" als praeoperativer Ausgangswert wird der Vergleich unter den Einzelverläufen erst möglich und schaubildlich darstellbar.

3.2.1 Refluxnieren, die praeoperativ und einmal postoperativ untersucht wurden

Sehr eindrucksvoll wiederholt die Abbildung 14 sinngemäß die schon bei den Querschnitten getroffene Feststellung: Auch in den Einzelverläufen, bei stets gleichen Nieren also, ergibt sich eine starke Gesamttendenz der langwierigen Abnahme des Nierenvolumens: 32 von 42 beobachteten Nieren, 76,2 %, werden nach der Operation zum teil sehr deutlich kleiner als vor dem chirurgischen Eingriff. Nur bei neun Nieren (21,4 %) stellte die sonographische Untersuchung nach Antirefluxplastik ein größeres Nierenvolumen als vorher fest. Eine Niere veränderte ihr Volumen überhaupt nicht.

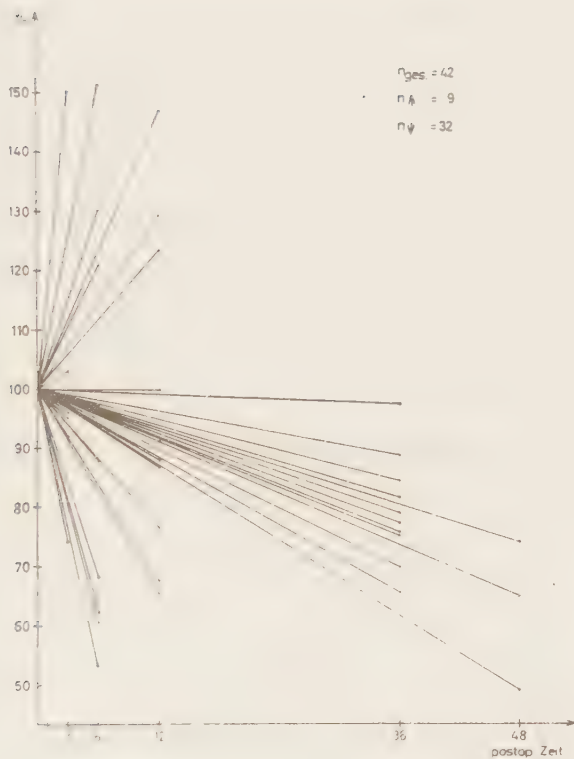


Abb. 14 : Der VUR im Längsverlauf
 Nieren, die nach praeoperativer Unter-
 suchung einmal postoperativ untersucht
 wurden.
 praeoperativer Wert = 100 %

3.2.2 Refluxnieren, die praeoperativ und zweimal postoperativ untersucht wurden

Auch bei dieser Gruppe erfährt die bisherige Erfahrung über die Entwicklung der Nierengrößen nach VUR eine weitere Bestätigung. Sie bestärkt die gefundene Tendenz umso mehr, als hier die Nieren sogar zweimal postoperativ untersucht wurden. 10 der 14 Nieren (71,4 %) sind bei beiden postoperativen Messungen mit der Größe ihrer Nieren unter der praeoperativen Ausgangslage. Acht dieser zehn Nieren zeigen dabei sogar eine kontinuierliche Abnahme ihres Volumens. Allein 3 Nieren (21,4 %) weisen eine Volumenzunahme auf, allerdings ebenfalls bei beiden Messungen. Eine Niere zeigte konstantes Volumen.

3.2.3 Gesunde Gegenseiten von Refluxnieren beim einseitigen VUR

Bei beiden Gruppen - den einmal sowie den zweimal postoperativ untersuchten Nieren - zeigt sich ein ähnliches Ergebnis wie bei allen analogen Querschnittsuntersuchungen:

Die Nieren zeigen eine normale Entwicklung ihrer Größe. Sie bleiben fast ausnahmslos bei allen Messungen im Bereich der Mittelwerte des gesunden Normkollektivs. Die vier postoperativ zweimal untersuchten Nieren bleiben mit einer Ausnahme bei jeder Untersuchung im gleichen Größenbereich zwischen 95 % und 110 %.

Von 14 betrachteten Nieren, die postoperativ einmal untersucht wurden, zeigen acht eine leichte Volumenzunahme, fünf wurden kleiner und eine Niere änderte ihre Größe nicht.

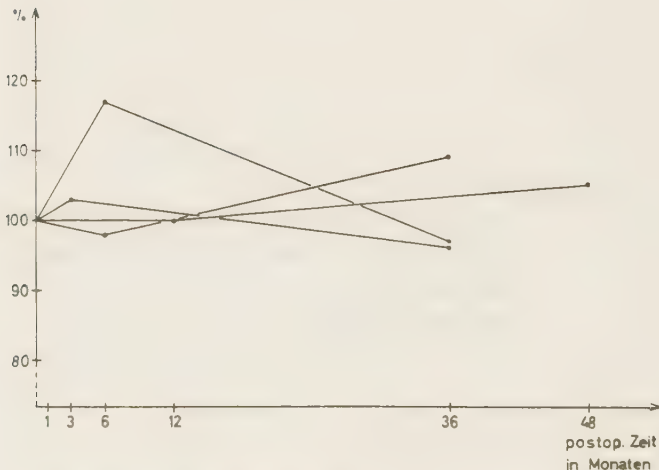


Abb. 16 : Die gesunde Seite des einseitigen VUR im Längsverlauf Nieren, die praeoperativ und zweimal nach Antirefluxplastik der Gegenseite untersucht wurden.
praeoperativer Wert = 100 %

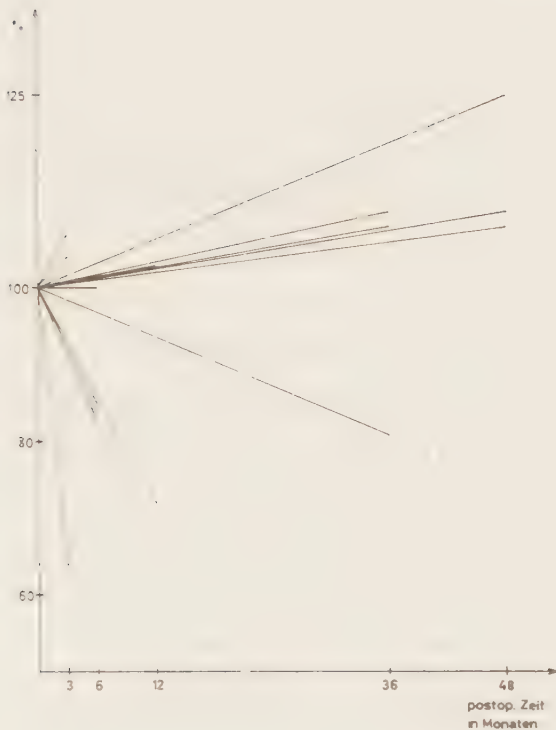


Abb. 17 : Die gesunde Seite des einseitigen VUR im Längsverlauf
Nieren, die praeoperativ und einmal nach Antirefluxplastik der Gegenseite untersucht wurden.
praeoperativer Wert = 100 %

4. Varianzanalyse der Querschnittsverläufe

Da sich sowohl im Querschnittsverlauf als auch im Längsverlauf bei unseren untersuchten Nieren in überwiegendem Maße durchschnittliche Volumenabnahme trotz Antirefluxplastik ergab, lag nahe, zu prüfen, ob sich dieses Resultat auch statistisch untermauern läßt.

Dazu wurde eine einfache Varianzanalyse durchgeführt, wobei folgende Fragestellungen von Interesse waren:

1. Besteht ein statistisch fassbarer Unterschied zwischen praeoperativen und postoperativen, insbesondere den spät postoperativen Nierengrößen bei:
 - a) Refluxnieren des einseitigen VUR ?
 - b) gesunden Nieren des einseitigen VUR ?
 - c) beidseitigen Refluxnieren ?
2. Wie unterscheiden sich die Refluxnieren des einseitigen Refluxes von ihren Gegenseiten zu den verschiedenen Zeitpunkten ?

4.1 Einseitiger Reflux - betroffene Nieren

Zu dieser Analyse wurden 80 Kinder mit einseitigem Reflux herangezogen, von denen immer nur ein Wert in die Statistik aufgenommen wurde. Bei 18 Kindern wurde jeweils nur das praeoperative Nierenvolumen berücksichtigt, bei 14 Kindern das Volumen im Zeitintervall 1, bei 2 Kindern das Volumen im Zeitintervall 2, bei 6 Kindern das Volumen im Zeitintervall 3, bei 8 Kindern das Volumen im Zeitintervall 4, bei 6 Kindern das Volumen im Zeitintervall 5, bei 14 Kindern das Volumen im Zeitintervall 6

und bei 12 Kindern das Volumen im Zeitintervall 7.

Dadurch wurde erreicht, daß alle Volumina unabhängig voneinander waren, d.h., zu jedem Zeitpunkt wurden jeweils andere Nierenvolumina herangezogen.

Tabelle 8 gibt die Ergebnisse des durchgeführten T - Testes wieder:

		postoperativ						
	praeop.	1	2	3	4	5	6	7
praeop.	-	S	s	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
postop. 1	S	-	n.s.	n.s.	a	n.s.	S	S
2	s	n.s.	-	n.s.	a	s	s	s
3	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
4	n.s.	a	a	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.
5	n.s.	n.s.	s	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.
6	n.s.	S	s	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.
7	n.s.	S	s	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-

Tab. 8 : T - Test bei den Nierenvolumina des einseitigen VUR - kranke Niere - zum praeoperativen und allen postoperativen Zeitpunkten.

S : p 0,001 : hochsignifikanter Unterschied
s : p 0,01 : signifikanter Unterschied
a : p 0,05 : auffälliger Unterschied
n.s. : p 0,05 : statistisch kein Unterschied

Als wichtigste Erkenntnis aus diesem Test ergibt sich , daß sich die praeoperativen Volumina der Refluxnieren statistisch nicht von ihren von Größen 1 Jahr bzw. mehr als 3 Jahre nach der operativen Beseitigung des Refluxes unterscheiden ($p = 0,18$ in beiden Fällen).

Hochsignifikant, signifikant oder auffällig unterscheiden sich die Nieren zu folgenden Zeiten:

- praeoperativ und im 1. Monat nach Antirefluxplastik
- im 1. Monat und alle dem 3. postoperativen Monat folgenden Zeiten.

4.2 Einseitiger Reflux - gesunde Nieren

Diese Analyse entspricht der Erwartung: Zu keinem Zeitpunkt unterscheiden sich die Nierenvolumina statistisch fassbar. Die Volumina bleiben immer im gleichen Größenbereich. Auf die Darstellung der Einzelergebnisse wird daher verzichtet.

4.3 Vergleich zwischen Refluxnieren und ihren gesunden Gegenseiten beim einseitigen Reflux

Die allgemeine Analysenberechnung ergibt, daß sich die Nierenvolumina der Refluxnieren von denen der Gegenseiten im gesamten signifikant unterscheiden ($p = 0,0064$).

Bei Durchführung des Vergleichstestes ergeben sich folgende Resultate:

- postop. 1 : hochsignifikanter Unterschied
- 2 : auffälliger Unterschied
- 3 : statistisch kein Unterschied
- 4 : statistisch kein Unterschied
- 5 : statistisch kein Unterschied
- 6 : statistisch kein Unterschied
- 7 : statistisch kein Unterschied

Statistische Unterschiede finden sich zwischen den Volumina der kranken und den Volumina der gesunden Nieren des einseitigen VUR also nur während der ersten 30 postoperativen Tage. Auch hier das Ergebnis, daß sich die spät postoperativen Volumina der Refluxnieren nicht von ihren gesunden Gegenseiten - zumindest in statistischer Hinsicht - unterscheiden.

Berücksichtigt man nun, daß es sich bei den Gegenseiten der Refluxnieren um primär gesunde Nieren handelt, so zeigen sich statistisch ab dem Ende des 1. postoperativen Monats keine Größenunterschiede mehr zwischen Reflux- und normalen Nieren. In diesem Zusammenhang darf nicht vergessen werden, daß sich bereits praeoperativ gesunde Nieren und Refluxnieren in ihrer Größe nicht unterscheiden (C.1.3).

Auch gilt zu berücksichtigen, daß die Unterschiede der Volumengrößen von Refluxnieren und gesunden Nieren schon sehr groß

sein müssen, damit sich statistisch erfassbare Differenzen ergeben.

4.4 Beidseitiger Reflux

Zum statistischen Test beim beidseitigen Reflux wurden 31 Patienten herangezogen, bei denen der Übersichtlichkeit wegen, nur praeoperative (22) und spät postoperative (9) Nieren, deren Operation mindestens 1 Jahr zurücklag (Zeitintervalle 6 und 7), berücksichtigt wurden.

Die Analyse wurde für rechte und linke Seite getrennt durchgeführt:

a) linke Nieren

Die praeoperativen Nierenvolumina der linken Seite unterscheiden sich statistisch auffällig von der Größe, die sie nach mehr als einem postoperativen Jahr besitzen ($p = 0,0204$). Dies bedeutet:

Die Volumina der gleichen Nieren waren ein Jahr nach Antirefluxplastik auffällig kleiner als vorher !

b) rechte Nieren

Bei den Nierenvolumina rechts ergibt sich im T - Test, daß sich unserer Definition gemäß, die Nieren statistisch nicht auffällig unterscheiden ($p = 0,0654$; $\alpha = 0,05$).

D. DISKUSSION

Die Ergebnisse zeigen die Brauchbarkeit des sonographisch ermittelten Nierenvolumens als differentialdiagnostisches Kriterium und lassen sich in sechs verschiedenen Thesen zusammenfassen:

1. Die statistisch verifizierbare Größendifferenz der Nieren bei Kindern mit Harnwegsinfekten:

Es zeigt sich eine zu erwartende und plausible durchschnittliche Nierenverkleinerung mit zunehmender Infektdauer bis hin zur letztlichen parenchymzerstörenden Entzündung (chron. destruierende Pyelonephritis). Die Volumenabnahme der Nieren entspricht der erfolgten Einteilung der Nieren in akutes, rezidivierendes und destruierendes Stadium des Harnwegsinfektes bzw. der Pyelonephritis. Nieren, bei denen im Endstadium der Untergang des Parenchyms im Vordergrund stand und die Anzeichen pyelonephritischer Schrumpfung boten, unterscheiden sich hochsignifikant von akuten und chronischen Stadien, die als Vorläufer der eigentlichen Pyelonephritis zu gelten haben. Die beginnende herdförmige Atrophie und narbigen Veränderungen der chronischen Pyelonephritis (7), spiegelt sich sonographisch als auffällige Volumenverkleinerung gegenüber akuten und chronischen Formen von Harnwegsinfekten, mit noch nicht erfolgten bzw. gerade beginnendem Übergang der Entzündung auf die Niere.

2. Die als gesund zu betrachtenden Nieren von Kindern mit Enuresis (organische Ursache ausgeschlossen) und die nicht vom Reflux betroffenen Nieren des einseitigen VUR bewegen sich erwartungsgemäß mit ihren Volumina im von Weitzel (31) an gesunden Nieren aufgestellten Normbereich.
3. Alle erfaßten Refluxnieren waren praeoperativ sowohl in der Gruppe des einseitigen als auch des beidseitigen Refluxes durchschnittlich kleiner als die gesunden Nieren; die Nieren des einseitigen Refluxes unterschieden sich gar statistisch auffällig von Enuresis - Nieren. Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß alle von uns untersuchten Kinder mit Refluxnieren auch wirklich später operiert wurden, ist dieses Ergebnis mit ein Hinweis auf die dringliche Indikation zur Operation, wie sie bei rezidivierenden Harnwegsinfektionen mit und ohne klinischem Korrelat gegeben ist (17).
4. Die vergleichende Betrachtung der Harnwegsinfektionen und der an Enuresis leidenden Kinder in verschiedenen Gewichtsklassen, wodurch auch das unterschiedliche Alter der Kinder berücksichtigt wird, bestätigt die Gültigkeit der sonographischen Differentialdiagnose während der kindlichen Nierenentwicklung. Es zeigen sich die für die einzelnen Krankheitsbilder typischen Volumengrößen in den verschiedenen Gewichtsklassen im etwa gleichen Verhältnis. Dadurch kann dem Vorwurf des Zufallbefundes bei der Ermittlung des Durchschnittswertes durch Zusammenfassung aller Nierenvolumina in jeder Gruppe begegnet werden.

5. Auch die Verteilung der Einzelwerte in die Größenklassen und die Prüfung des Symmetrieverhaltens bestätigen die Brauchbarkeit der sonographischen Messungen. Der hohe Anteil asymmetrischer Nieren bei der destruierenden Pyelonephritis läßt sich durch das Krankheitsbild per se ebenso wie durch die unterschiedliche Geschwindigkeit des parenchymzerstörenden Prozesses bei verschiedenen Nieren erklären.

6. Aussagen zum Nierenwachstum nach VUR:

Neben vielen Arbeiten, die sich mit den Erfahrungen und Ergebnissen der verschiedenen Antirefluxoperationen an sich beschäftigen (4,14,19,33), haben andere Autoren Wachstum und Veränderungen an den Nieren nach Antirefluxplastik beobachtet (1,15,20,29,34). IBSEN, ULDALL und FRØKJAER fanden, daß Kinder mit einem Reflux, der länger als ein Jahr anhielt, in 60 % der Fälle eine relative Abnahme der Nierengröße aufwiesen (15). SCOTT und STANSFIELD stellten bei operierten Refluxnieren eine viermal stärkere Grössenzunahme als bei Nieren mit konstantem Reflux fest (29).

WILLSCHER und andere sprechen unter anderem von normalem oder gar beschleunigtem Wachstum bei Refluxnieren mit und ohne Pyelonephritis (34). McRAE, SHANNON und UTLEY rechtfertigen die Reimplantation von Refluxuretern mit dem Ergebnis, daß ihre operierten Refluxnieren selbst bei schwersten Refluxgraden überwiegend normale Wachstumsraten aufwiesen (20). BABCOCK und andere verglichen prae- und postoperative

Ausscheidungsurogramme von Refluxnieren auf gleiche radiologische Kriterien und entdeckten bleibende Defekte in 73 % der Fälle trotz gelungener Antirefluxoperation (1).

Aus den zitierten Beispielen geht hervor, daß die Diskussion über die Prognose und das Wachstum der operativ versorgten Refluxniere ebenso uneinheitlich und umstritten ist, wie lange Zeit die Frage der Eigenständigkeit des VUR als Krankheitsbild sowie seiner pathogenetischen Bedeutung (18).

Unsere Ergebnisse zum Thema Nierenwachstum nach Antirefluxplastik zeigen graphisch eher eine relative Größenabnahme anstatt Wachstum, was sich jedoch statistisch nicht bestätigen lässt. Die einzige Phase, in der die Refluxnieren eine kurzfristige Volumenzunahme aufzeigen, fällt in die unmittelbare postoperative Zeitspanne und ist daher nicht von prognostischer Bedeutung, weil die Nierenvergrößerung durch die Harntransportstörung als OP - Folge bedingt ist und nach 3 Monaten in allen Fällen wieder verschwunden ist.

Ansonsten lassen sich unsere Resultate nur schwerlich mit den von den o. g. Autoren gefundenen Erkenntnissen vergleichen. Dies ist vornehmlich auf die grundsätzlich andere Methodik dieser Arbeit zurückzuführen, da alle zitierten Autoren ausnahmslos mit radiologischen Kriterien arbeiten. Diese Tatsache ist sicherlich zum Teil auch Antwort auf die offensichtlichen Nachteile, die mehr oder minder alle Arbeiten betreffen:

- a) die verhältnismäßig geringe Patientenzahl, die sich in unseren Beispielen zwischen 39 und 94 untersuchter Kinder bewegt.
- b) Die Anzahl der Untersuchungen nach Antirefluxoperation. Meist wurde nur eine postoperative Untersuchung durchgeführt und diese in Beziehung zum Zeitpunkt vor der Operation gesetzt (1,15). Es ist uns keine Arbeit bekannt, die nach Operation so viele Untersuchungen in entsprechend kleinen Zeitintervallen durchgeführt hat, wie es zur objektiven Beurteilung des Nierenwachstums nach VUR nötig wäre.
- c) Die meisten Autoren (13,20,34) bedienen sich bei ihrer Wachstumsbeurteilung dem von HODSON und anderen an gesunden Nieren aufgestellten Längennomogramm bei Kindern von 0 - 16 Jahren (12). Auch Arbeiten von CURRARINO, der eine konstante Beziehung zwischen Nierenlänge und des Abstandes von erstem und viertem Lendenwirbel feststellte (5), sowie EKLÖF und RINGERTZ, die aus dieser Beziehung ein Nomogramm aufstellten (9), werden dabei zitiert. Es muß die Frage gestellt werden, ob es zulässig ist, aus der Synthese fremder und eigener Ergebnisse Schlüsse zu ziehen, da Normwerte eigentlich nicht beliebig übertragbar sind. Man denke in diesem Zusammenhang an von Untersucher zu Untersucher abweichende Aufnahmetechnik und damit verbundene Projektionsunterschiede bzw. -fehler.

Von der Quantität der Untersuchungen betrifft, so wird diese, wie bereits angemerkt, durch die radiologische Methode per se limitiert: Aufgrund von Nachteile der Röntgenologischen Untersuchung sowie etliche Gesichtspunkte hinsichtlich der Strahlenbelastung führen zwangsläufig zur Frage nach der Berechtigung einer Studie, die nur zum Ziel hat, das Nierenvolumen nach W.D. zu rekonstruieren.

In dieser Hinsicht bietet sich die sonographische Methode als echte Alternative an. Sie ist ein risikoloses Verfahren und erlaubt als solches leichter die Möglichkeit zur Untersuchung einer wesentlich höheren Patientenzahl über eine beliebig lange Zeit. Es liegt auf der Hand, daß damit das Nierenwachstum besser zu beurteilen ist. Vorteile, die speziell diese Arbeit gegenüber den übrigen auszeichnen, liegen:

- a) in der hohen Patientenzahl (n = 163)
- b) in den mehrmaligen postoperativen Untersuchungen
- c) in der Aufstellung eigener Vergleichskollektive, die mit den Refluxnieren verglichen werden
- d) in der Beobachtung von Einzelverläufen

Die Einzelverläufe, d.h. die Darstellung der Größenentwicklung einzelner Nieren im Schaubild bestätigen in eindrucksvoller Weise den schon bei den Querschnittsverläufen gefundenen Trend. Gerade die Beobachtung des Einzelverlaufs bietet sich als gute Möglichkeit an, Nierenwachstum zu beurteilen, da es mit der Sonographie ohne Einschränkung möglich wäre, eine erforderlich

hohe Anzahl an Untersuchungen durchzuführen, um ein exaktes Bild von der Größenentwicklung der Refluxnieren zu gewinnen.

Was diese Arbeit nicht aussagen will und kann, ist, daß es sich bei ihren Ergebnissen um mehr als eine Tendenz bzw. Trendbeschreibung handelt. In Anlehnung an unsere spezielle Fragestellung wurde gezeigt, daß bei unserem Patientengut kein Überdurchschnittliches Nierenwachstum bei Refluxnieren nach gelungener Antirefluxplastik zu verzeichnen war, wie es bei einem Autor beschrieben wird (34). In der graphischen Darstellung ergab sich eher das Gegenteil, während sich bei statistischer Auswertung kein nennenswerter Unterschied zwischen praeoperativer Nierengröße und spät postoperativem Zustand fand.

In dem Bestreben mit dieser Arbeit zuerst einmal eine allgemeine Tendenz der Nierenentwicklung nach VUR aufzeigen zu wollen, liegt auch ihr größter Nachteil. Die verschiedenen Schweregrade des VUR wurden nicht berücksichtigt, obwohl das jeweilige Refluxstadium entscheidend für Prognose und damit auch für die spätere Nierenentwicklung ist (6,8). Auch KOLLESTON, SHANNON und UTLEY fanden in ihrer Studie, in der Refluxnieren mit schwachem, mäßigem und schwerem Reflux unterschieden werden, nur bei schwerem VUR progressive Nierenschädigung (24).

Um die auf der Basis dieser Arbeit gefundenen Resultate zu bestätigen und auszubauen, müssen zukünftige Untersuchungen zum Nierenwachstum beim VUR mit der sonographischen Methode die Nierengrößenentwicklung unter Berücksichtigung der verschiedenen Refluxgrade verfolgen. Ein Unterfangen, zu dem sich bei der hierbei erforderlichen Quantität an Patienten eigentlich die Sonographie als risikolose Methode am meisten anbietet.

2. MATERIAL UND METHODEN

Bei 311 Kindern, von denen 107 an vesico-urteralen Reflux, 40 an Enuresis und 64 an Harnwegsinfekten und Pyelonephritis erkrankt waren, wurden mit der sonographischen Methode die Nierenvolumina bestimmt und diese miteinander verglichen. Kinder mit VUR wurden präoperativ und nach Antirefluxoperation in mehreren Zeitabständen untersucht.

Der Vergleich von präoperativen Refluxurieren, Enuresis und Infektionen zeigte die Brauchbarkeit des sonographisch ermittelten Nierenvolumens als differentialdiagnostisches Kriterium: Es ergaben sich zum Teil statistisch eindeutige und auch nach dem klinischen Bild durchaus zu erwartende Größenunterschiede zwischen den einzelnen Krankheitsgruppen. Auch ein intra-individueller Größenvergleich der Nieren bei den verschiedenen Kollektiven mit Hilfe einer Symmetrieproofung zeigte eine auffällige Korrelation zwischen Asymmetriehäufigkeit und Schwere der Krankheitsbilder.

Sodann wurde die Größenentwicklung des Nierenvolumens bei Kindern mit VUR beobachtet. Hierzu wurden mehrere Untersuchungen innerhalb verschiedener Zeitintervalle nach operativer Beseitigung des Refluxgeschehens vorgenommen. Dabei wurde ein "Querschnitt" für jeden betrachteten postoperativen Zeitabschnitt der Mittelwert der Nierenvolumina errechnet und alle Mittelwerte miteinander sowie mit dem präoperativen Wert verglichen. Dies wurde bei Kindern mit einseitigem Reflux für kranke und

gesunde Seite und ebenfalls beim beidseitigen Reflux durchgeführt. Im "Längsverlauf" wurden Einzelverläufe untersucht, d.h. es wurde graphisch die Größenentwicklung bei einzelnen Nieren dargestellt.

Alle Untersuchungen ergaben den Trend, daß trotz gelungener Antirefluxoperation in der Mehrzahl der Fälle das Nierenvolumen eine relative Größenabnahme erfährt. Statistisch ergab sich kein fassbarer Unterschied zwischen praeoperativer Ausgangslage und spät postoperativen Werten.

In der Diskussion liegt der Schwerpunkt im Vergleich zwischen radiologischer und sonographischer Methode als Mittel zur Beurteilung des Nierenwachstums. Als größter Vorteil der Sonographie erweist sich dabei die Risikolosigkeit der Methode, besonders hinsichtlich der Strahlenbelastung, welche die radiologischen Möglichkeiten am meisten limitiert.

Es wird darauf hingewiesen, daß weitergehende Untersuchungen zum Nierenwachstum beim VUR mit der sonographischen Methode die verschiedenen Refluxschweregrade zu berücksichtigen hat.

F. A N H A N G

Normwerte der Nierensonographie aufgeteilt nach Gewicht.

Mittelwerte und Standardabweichungen für rechte
und linke Niere

Erläuterung :

Neben den Volumenwerten in den jeweils letzten Spalten der beiden folgenden Tabellen sind auch die einzelnen durchschnittlichen Meßgrößen der Nierensonographie angegeben. Sie spielen für unsere Überlegungen keine Rolle, sind jedoch der Vollständigkeit zuliebe aufgeführt.

Für jede Gewichtsklasse entsprechen die Werte der mittleren Spalte (= 3. Spalte) dem eigentlichen Mittelwert. In der ersten Reihe sind die Werte zu finden, die dem Mittelwert plus der zweifachen, in der 2. Reihe die Werte, die dem Mittelwert plus der einfachen Standardabweichung entsprechen. Die 4. Reihe enthält die Werte für Mittelwert minus der einfachen und die letzte Reihe die Werte für Mittelwert minus der zweifachen Standardabweichung.

Normwerte : rechte Niere, aufgeteilt nach Gewicht ; Mittelwerte und Standard-
abweichungen

Gewicht	L	T	MEL	MET	P	B	T	MEB	MET	P	VOL.
5 kg	5,19	2,46			1,09	2,98	2,45			1,09	18,31
	4,76	2,24			1,02	2,66	2,23			1,02	14,81
	4,33	2,02	3,00	1,00	0,95	2,34	2,01	1,60	0,80	0,95	11,31
	3,90	1,80			0,88	2,02	1,79			0,88	7,81
	3,47	1,58			0,81	1,70	1,57			0,81	4,31
5 - 7,4	5,55	2,34	6,11	1,46	1,17	3,35	2,47			1,15	20,14
	5,10	2,20	4,48	1,18	1,05	3,06	2,29			1,09	16,47
	4,65	2,06	2,85	0,90	0,93	2,77	2,11	2,00	1,00	1,03	13,80
	4,20	1,92	1,22	0,62	0,81	2,48	1,93			0,97	10,63
	3,75	1,78	0,41	0,34	0,69	2,19	1,75			0,91	7,46
7,5 - 9,9	6,69	2,96	3,34	1,08	1,24	3,49	3,17	2,66		1,13	29,26
	5,92	2,67	3,01	1,03	1,13	3,20	2,80	2,19		1,08	24,31
	5,15	2,38	2,68	0,98	1,02	2,91	2,43	1,72	1,00	1,03	19,36
	4,38	2,09	2,35	0,93	0,91	2,62	2,06	1,25		0,98	14,41
	3,61	1,80	2,02	0,88	0,80	2,33	1,69	0,78		0,93	9,46
10 - 14,9	7,11	3,27	4,64	1,60	1,38	3,87	3,28	2,83	1,33	1,44	40,98
	6,50	3,02	4,09	1,33	1,22	3,57	3,01	2,47	1,14	1,30	34,74
	5,89	2,77	3,54	1,06	1,06	3,27	2,74	2,11	0,95	1,16	28,50
	5,28	2,52	2,99	0,79	0,90	2,97	2,47	1,75	0,76	1,02	22,26
	4,67	2,27	2,44	0,52	0,74	2,67	2,20	1,39	0,57	0,88	16,02
15 - 19,9	7,36	3,70	5,22	1,66	1,60	4,58	3,41	3,03	1,71	1,52	53,82
	7,16	3,33	4,86	1,41	1,38	4,08	3,07	2,66	1,42	1,34	44,67
	6,46	2,96	3,90	1,16	1,16	3,58	2,73	2,29	1,13	1,16	35,52
	5,76	2,59	3,24	0,91	0,94	3,08	2,39	1,92	0,84	0,98	26,37
	5,06	2,22	2,53	0,66	0,72	2,58	2,05	1,55	0,55	0,80	17,22
20 - 24,9	9,06	3,90	6,17	1,77	1,62	4,67	3,62	3,22	1,57	1,55	69,02
	8,12	3,54	5,33	1,50	1,45	4,30	3,36	2,76	1,34	1,41	58,71
	7,30	3,18	4,49	1,23	1,28	3,93	3,10	2,30	1,11	1,27	48,40
	6,42	2,82	3,65	0,96	1,11	3,56	2,84	1,84	0,88	1,13	38,09
	5,54	2,46	2,81	0,69	0,94	3,19	2,58	1,38	0,65	0,99	27,78
25 - 29,9	8,72	3,96	6,75	1,34	1,68	5,02	3,95	3,34	1,57	1,55	69,02
	8,05	3,61	5,70	1,52	1,48	4,58	3,60	2,92	1,38	1,50	63,99
	7,37	3,26	4,65	1,20	1,28	4,14	3,25	2,50	1,19	1,31	53,29
	6,69	2,91	3,60	0,88	1,08	3,70	2,90	2,08	1,00	1,12	42,59
	6,01	2,56	2,55	0,56	0,88	3,26	2,55	1,66	0,81	0,93	31,89
30 - 39,9	9,41	4,35	6,63	1,81	1,58	5,23	4,19	3,51	1,71	1,64	88,65
	8,57	3,92	5,73	1,55	1,44	4,00	3,81	3,03	1,47	1,48	75,63
	7,73	3,49	4,83	1,29	1,30	4,37	3,43	2,55	1,23	1,32	62,61
	6,89	3,06	3,93	1,03	1,16	3,94	3,05	2,07	0,99	1,16	49,59
	6,05	2,63	3,03	0,77	1,02	3,51	2,67	1,59	0,75	1,00	36,57
40 - 49,9	10,25	4,97	6,88	2,01	1,79	5,75	4,96	4,04	2,16	1,73	137,80
	9,36	4,41	6,01	1,69	1,61	5,27	4,36	3,44	1,75	1,59	110,90
	8,47	3,85	5,14	1,37	1,43	4,79	3,76	2,84	1,34	1,45	84,10
	7,58	3,29	4,27	1,05	1,25	4,31	3,16	2,24	0,93	1,31	57,20
	6,69	2,73	3,40	0,73	1,07	3,83	2,56	1,64	0,52	1,17	36,00
50	11,09	4,83	7,81	3,23	1,51	6,35	4,97	3,82	2,12	1,77	158,10
	10,04	4,44	6,57	1,88	1,43	5,65	4,46	3,29	1,79	1,55	127,30
	8,99	4,05	5,33	1,53	1,35	4,95	3,95	2,76	1,46	1,38	96,50
	7,94	3,66	4,09	1,18	1,27	4,25	3,44	2,23	1,13	1,21	65,60
	6,89	3,27	3,85	0,83	1,19	3,55	2,93	1,70	0,80	1,04	36,53

Normwerte : linke Niere, aufgeteilt nach Gewicht ; Mittelwerte und Standard-
abweichungen

Gewicht	L	T	MEL	MET	P	B	T	MEB	MET		VOL.
5 kg	5,06	2,69			1,18	3,01	2,53				19,60
	4,81	2,38			1,04	2,71	2,26				15,40
	4,36	2,07	2,20	0,40	0,90	2,41	1,99	1,80	1,00	0,90	11,60
	3,91	1,76			0,76	2,11	1,72				7,90
	3,46	1,45			0,62	1,81	1,45				4,10
5,0 - 7,4	5,93	2,69	5,44	1,27	1,10	3,77	2,67	3,43	1,27	1,11	27,80
	5,37	2,39	4,17	1,06	1,00	3,30	2,40	2,79	1,06	0,99	21,80
	4,81	2,09	2,90	0,85	0,90	2,83	2,13	2,15	0,85	0,87	15,80
	4,25	1,79	1,63	0,64	0,80	2,36	1,86	1,51	0,64	0,75	9,80
	3,69	1,49	0,36	0,43	0,70	1,89	1,59	0,87	0,43	0,63	3,80
7,5 - 9,9	6,81	3,38	3,12	1,15	1,24	3,79	3,29	3,04	1,37	1,13	35,30
	6,09	2,96	3,03	1,05	1,14	3,38	2,92	2,47	1,15	1,08	28,60
	5,37	2,54	2,94	0,95	1,06	2,97	2,55	1,90	0,93	1,03	22,00
	4,65	2,12	2,85	0,85	0,97	2,56	2,18	1,33	0,71	0,98	15,30
	3,93	1,70	2,76	0,75	0,88	2,15	1,81	0,76	0,46	0,93	8,60
10,0 - 14,9	7,52	3,38	5,34	1,47	1,42	4,31	3,25	3,01	1,35	1,42	44,10
	6,79	3,07	4,53	1,27	1,26	3,79	2,99	2,56	1,16	1,25	36,70
	6,06	2,76	3,72	1,07	1,10	3,27	2,73	2,11	0,97	1,08	29,30
	5,33	2,47	2,91	0,87	0,94	2,75	2,47	1,66	0,78	0,91	21,80
	4,60	2,14	2,10	0,67	0,78	2,23	2,21	1,21	0,59	0,74	14,40
15,0 - 19,9	7,83	3,56	5,40	1,52	1,50	4,64	3,44	3,03	1,51	1,46	53,00
	7,17	3,25	4,75	1,33	1,34	4,14	3,14	2,67	1,31	1,31	44,90
	6,51	2,94	4,10	1,14	1,18	3,64	2,84	2,31	1,10	1,16	36,60
	5,85	2,63	3,45	0,95	1,02	3,14	2,54	1,97	0,89	1,01	28,40
	5,19	2,32	2,80	0,76	0,86	2,64	2,24	1,59	0,68	0,86	20,10
20,0 - 24,9	8,83	3,82	6,24	1,63	1,63	5,37	4,31	3,66	1,67	1,61	71,50
	8,06	3,54	5,36	1,43	1,46	4,62	3,71	3,02	1,47	1,45	60,50
	7,29	3,26	4,48	1,23	1,29	3,87	3,11	2,38	1,27	1,29	49,60
	6,52	2,98	3,60	1,03	1,12	3,12	2,51	1,74	1,07	1,13	38,60
	5,75	2,70	2,72	0,83	0,95	2,37	1,91	1,10	0,87	0,97	27,60
25,0 - 29,9	8,82	4,12	6,50	1,83	1,70	5,01	4,04	3,62	1,89	1,64	80,90
	8,19	3,77	5,66	1,57	1,51	4,58	3,70	3,13	1,62	1,47	69,00
	7,56	3,42	4,82	1,31	1,32	4,15	3,36	2,64	1,35	1,30	57,10
	6,93	3,06	3,98	1,05	1,13	3,72	3,02	2,15	1,08	1,13	45,20
	6,30	2,72	3,14	0,79	0,94	3,29	2,68	1,66	0,81	0,96	33,30
30,0 - 39,9	9,09	4,44	6,55	1,70	1,60	5,08	4,30	3,57	1,68	1,65	88,80
	8,45	3,97	5,64	1,50	1,46	4,72	3,85	3,08	1,48	1,49	75,80
	7,81	3,50	4,73	1,30	1,32	4,36	3,40	2,59	1,28	1,33	62,90
	7,17	3,03	3,82	1,10	1,18	4,00	2,95	2,10	1,08	1,17	49,90
	6,53	2,56	2,91	0,90	1,04	3,64	2,50	1,61	0,88	1,01	36,90
40,0 - 49,9	10,69	4,93	7,09	1,92	1,65	5,56	5,11	3,39	1,95	2,07	132,80
	9,59	4,40	6,11	1,63	1,54	5,13	4,54	3,07	1,65	1,83	108,50
	8,49	3,87	5,13	1,34	1,43	4,70	3,97	2,75	1,35	1,59	84,10
	7,39	3,34	4,15	1,05	1,32	4,27	3,40	2,43	1,05	1,35	59,00
	6,29	2,81	3,17	0,76	1,21	3,84	2,83	2,11	0,75	1,11	35,40
50,0	10,64	4,89	8,32	2,03	1,53	6,42	4,65	4,25	2,01	1,62	146,40
	9,88	4,52	7,13	1,81	1,48	5,76	4,35	3,60	1,77	1,56	124,30
	9,12	4,15	5,94	1,59	1,43	5,10	4,05	2,95	1,53	1,50	102,10
	8,36	3,78	4,75	1,37	1,38	4,44	3,75	2,30	1,29	1,44	80,00
	7,60	3,41	3,56	1,15	1,33	3,78	3,45	1,65	1,05	1,38	57,60

G. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1. BABCOCK, J.R. , Gerrit K. Keats, Lowell R. King:
Renal changes after an uncomplicated antireflux operation. J. Urol. 115 : 720 - 721 (1976)
2. BAILEY, R.R. : The relationship of vesicoureteric reflux to urinary tract infection and chronic pyelonephritis - reflux nephropathy. Clin. Nephrol. 1 : 132ff (1973)
3. BAKER, R. , Maxted, W. , Maylath, J. , Shumann, I. :
Relation of age, sex and infection to reflux; data indicating high spontaneous cure rate in pediatric patients. J. Urol. 95 : 27 (1966)
4. BROSIG, W. , Fiedler, U. , Hauge, A. : Erfahrungen mit verschiedenen Antirefluxoperationen. Urol. A, 16 :
128 - 130 (1977)
5. CURRARINO, G. : Roentgenographic estimation of kidney size in normal individuals with emphasis on children. Am. J. Roentgenol. 93 : 464 (1965)
6. DWOSKIN, J. , Perlmutter, A.D. : Vesicoureteral reflux in children: a computerized review. J. Urol. 109 :
888 - 890 (1973)
7. EDER, M. , Gedigk, P. : Lehrbuch der allgemeinen Pathologie und der pathologischen Anatomie: Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York, 30. Auflage, 1977

8. EDITORIALS: A plea for grading vesicoureteric reflux.
Urology, IV, 3 : 357-358 (1974)
9. EKLÖF, O. , Ringertz, H. : Personal communication (1974)
10. GOSALBEZ, R. : Der vesico-ureterale Reflux im Kindesalter.
Annales Nestle : 27-43 , 1976
11. GREGOIR, W. : Le traitement chirurgical du reflux vésico-urétéral congenital. Acta Chir. Belg. 63 : 431-439 (1964)
12. HODSON, C.J. , Drewe, J.A. , Karn, M.N. , King, A. :
Renal size in normal children. A radiographic study
during life. Arch. Dis. Child. 37 : 616 (1962)
13. HUTCH, J.A. , Smith, D.E. , Chisholm, E.R. : Summary of
pathogenesis and new classification for urinary tract
infections. J. Urol. 102 : 758 (1969)
14. HUTCH, J.A. , Smith, D.E. , Osborne, R. : Review of a
series of ureterovesicoplastics. J. Urol. , 99 : 572-
574 (1968)
15. IBSEN, K. , Uldall, P. , Frøkjær : The growth of the
kidneys in children with vesicoureteric reflux. Acta
paediatr. Scan. 66 : 741-744 (1977)
16. KIERFELD, G. , Mellin, P. : Vesiko-renaler Reflux,
wichtige Aspekte zu Diagnose und Therapie. Fortschritte
der Med. 35-36 : 1421-1426 (1974)
17. KLIPPEL, K.F. , Hohenfellner, R. , Straub, E. , Greinacher:
Vesiko-renaler Reflux. Urologe A, 16 : 131-136 (1977)

18. KÖLLERMANN, M.W. : Überbewertung der pathogenetischen Bedeutung des vesiko-ureteralen Refluxes im Kindesalter. Zschr. Urol. 67 : 573-577 (1974)
19. MC GOVERN, J.H. , Marshall, V.F. : Reimplantation of ureters into the bladders of children, J. Urol. 99 : 572-574 (1968)
20. MC RAE, C.U. , Shannon, F.T. , Utley, W.L.F. : Effect on renal growth of reimplantation of refluxing ureters. The lancet 1 : 1310-1312 (1974)
21. PAQUIN, A.J. : Ureterovesical anastomosis - The description and evaluation of a technique. J. Urol. 82 : 573-583 (1959)
22. POLITANO, V.A. , Leadbetter, W.F. : An operative technique for the correction of vesicoureteral reflux. J. Urol. 79 : 932-941 (1958)
23. REISCHAUER, H.Chr. , Olbing, H. , Strötges, N.W. , Kühne, O. : Wie häufig verschwindet ein vesiko-renaler Reflux bei konservativer Behandlung ? Dtsch. med. Wschr. 92 , 45 : 2161-2162 (1968)
24. ROLLESTON, G.L. , Shannon, F.T. , Utley, W.L. : Relationship of infantile vesicoureteric reflux to renal damage. British medical journal, 1 : 460-463 (1970)
25. SACHS, L. : Statistische Auswertungsmethoden. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York (1968)

26. SCHOTT, H. : Der vesiko-ureterale Reflux. Z. Urol. Nephrol. 68 : 383-385 (1975)
27. SCHULMAN, C.C. , Gregoir, W. : Die Physiopathologie des primären vesiko-ureteralen Refluxes. Urologe A 16 : 118-123 (1977)
28. SCHWOCK, G. , Tischler, W. , Schwock, E.A. , Klebin-
gat, K.J. : Untersuchungen zum vesiko-uretero-renalen
Reflux chronischer Pyelonephritis. Zschr. Urol. 69 :
907-910 (1976)
29. SCOTT, J.E.S. , Stansfield, J.M. : Treatment of vesico-
ureteric reflux in children. Arch. Dis. Child. 43 :
323 (1968)
30. STARK, R. , Brühl, P. : Vesikorenalder Reflux, morpho-
logische Diagnostik und Indikationsstellung zur
Anti-refluxplastik. Fortschr. d. Med. 27 : 1243-1248
31. WEITZEL, D. : Untersuchungen zur sonographischen Organo-
metrie im Kindesalter. Habilitationsschrift. Johannes-
Gutenberg-Universität Mainz (1978)
32. WEITZEL, D. , Alzen, G. : Zur Bedeutung des Ultraschall-
schnittbildverfahrens für die nephrologisch-urologische
Diagnostik im Kindesalter. Monatsschrift f. Kinderheil-
kunde, 123, 4 : 147-157 (1975)

33. WILLIAMS, D.I. , Eckstein, H.B. : Surgical treatment
of reflux in children. Br. J. Urol. 37 : 13-24 (1965)
34. WILLISCHER, M.K. , Bauer, S.B. , Zammuto, P.J. , Retik :
Renal growth and urinary infection following antireflux
surgery in infants and children. J. of Urol. 115 :
722-725 (1976)

Herrn Prof. Dr. med. D. W e i t z e l möchte ich für
die Überlassung des Themas und für die fachliche Beratung
danken.

Herrn Dr. med. Scheid im Institut für medizinische Statistik
und Dokumentation danke ich für die Beratung und für die
Unterstützung bei den Berechnungen.

L e b e n s l a u f

Am 4.9.1952 wurde ich als Sohn des Polizeibeamten Erich Oberling und seiner Ehefrau Elfriede, geb. Röder, in Haßloch geboren.

1959-1966 Besuch der Grund- u. Hauptschule in Haßloch

1966-1972 Besuch des staatlichen Aufbaugymnasiums in Speyer

1972 Reifeprüfung an diesem Gymnasium

1973 Zulassung zum Studium der Humanmedizin an der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz

1975 Ärztliche Vorprüfung in Mainz

1976 1. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung in Mainz

1977 Heirat mit der Medizinstudentin Kornelia Geimer

1978 2. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung in Mainz

23.3.1979 Geburt des Sohnes Christian

24.4.1979 Ablegen des 3. Abschnittes der Ärztlichen Prüfung nach Ableistung des "Praktischen Jahres" im Städt. Krankenhaus Wiesbaden, akademisches Lehrkrankenhaus der Johannes-Gutenberg-Universität.

7.5.1979 Erteilung der Approbation als Arzt

Seit Juni 1979 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Anaesthesiologie der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz.



